

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61225

Deuxième édition
Second edition
2005-12

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61225:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61225

Deuxième édition
Second edition
2005-12

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

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

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
0 Introduction	10
1 Domaine d'application	14
2 Références normatives.....	14
3 Termes et définitions	16
4 Exigences du système.....	18
4.1 Fonction et description	18
4.2 Divisions du système.....	18
4.3 Limites du système.....	18
5 Exigences en matière de redondance, de séparation physique et d'indépendance.....	20
5.1 Généralités.....	20
5.2 Redondance.....	20
5.3 Séparation physique.....	20
5.4 Indépendance	20
5.5 Fiabilité	22
6 Exigences fonctionnelles pour les alimentations électriques d'I&C.....	22
6.1 Alimentations électriques pour les systèmes d'I&C importants pour la sûreté	22
6.2 Batteries et chargeurs	24
6.3 Onduleurs et convertisseurs	26
7 Exigences pour la conception du système de distribution	26
7.1 Aspects du système	26
7.2 Répartition des charges.....	28
7.3 Aspects électriques	28
8 Effets des charges sur la qualité d'alimentation	30
8.1 Interférences électromagnétiques.....	30
8.2 Transitoires	30
8.3 Courant de charge.....	30
8.4 Charges de sûreté et charges non classées de sûreté.....	32
9 Caractéristiques des alimentations fournies aux charges individuelles.....	32
9.1 Alimentations en c.c.	32
9.2 Alimentations en c.a.	32
10 Surveillance et protection	34
10.1 Surveillance	34
10.2 Protection.....	34
11 Qualification des matériels	36
12 Essais	36
13 Maintenance.....	38
Annexe A (informative) Exemples de spécifications	52

CONTENTS

FOREWORD.....	7
0 Introduction	11
1 Scope.....	15
2 Normative references	15
3 Terms and definitions.....	17
4 System requirements.....	19
4.1 Function and description	19
4.2 System divisions	19
4.3 System boundaries.....	19
5 Requirements for redundancy, physical separation, and independence	21
5.1 General	21
5.2 Redundancy	21
5.3 Physical separation	21
5.4 Independence	21
5.5 Reliability	23
6 Functional requirements for I&C power supplies	23
6.1 Power supplies for I&C systems important to safety	23
6.2 Batteries and chargers	25
6.3 Inverters and converters.....	27
7 Requirements for distribution system design.....	27
7.1 System aspects	27
7.2 Load allocation.....	29
7.3 Electrical aspects	29
8 Effects of loads on supply quality	31
8.1 Electromagnetic interference	31
8.2 Transients	31
8.3 Load current.....	31
8.4 Safety loads and non-safety loads.....	33
9 Characteristics of supplies given to individual loads	33
9.1 DC supplies.....	33
9.2 AC supplies	33
10 Monitoring and protection	35
10.1 Monitoring	35
10.2 Protection.....	35
11 Qualification of equipment	37
12 Testing	37
13 Maintenance.....	39
Annex A (informative) Examples of specifications	53

Figure 1 – Limite du système	40
Figure 2 – Système d'alimentation en c.c.....	42
Figure 3 – Système d'alimentation en c.a. non interruptible	44
Figure 4 – Une division du système d'alimentation d'I&C	46
Figure 5 – Exemple d'alimentation de système d'I&C en c.a. non interruptible	48
Figure 6 – Exemple de système en c.c.....	50

Figure 1 – System boundary 41

Figure 2 – DC power system 43

Figure 3 – Non-interruptible a.c. power system 45

Figure 4 – One division of an I&C power supply system 47

Figure 5 – Example of the I&C non-interruptible a.c. power system 49

Figure 6 – Example of d.c. system 51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION ET DE CONTRÔLE-COMMANDE IMPORTANTES POUR LA SÛRETÉ – EXIGENCES POUR LES ALIMENTATIONS ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61225 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation et contrôle-commande des installations nucléaires, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) mise à jour de toutes des références contenues dans l'Article 2 ainsi que dans le corps du texte de la norme;
- b) rajout des références aux normes CEI 62138, CEI 61513, et CEI 60880;

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR POWER PLANTS –
INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEMS
IMPORTANT TO SAFETY –
REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL SUPPLIES**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61225 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation and control of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) general update of all the references in Clause 2 and throughout the text of this standard;
- b) addition of references to IEC 62138, IEC 61513, and IEC 60880;

- c) rajout d'exigences relatives au programme de conception logiciel, à la catégorisation, à la vérification et à la validation;
- d) rajout de la recommandation relative à la nécessité d'éviter les branchements en parallèle des batteries sur plus d'une division;
- e) rajout, dans le cas particulier de conditions d'exploitation anormales où les batteries sont branchées en parallèle, de l'exigence concernant une protection appropriée, réalisée par des appareils d'isolement pour éviter toute défaillance qui pourrait avoir un impact négatif sur plus d'une division;
- f) modifications éditoriales dans le corps de texte de la norme pour en améliorer la compréhension par le lecteur et la clarté;
- g) corrections mineures concernant les Figures 1, 4, et 5;
- h) rajout de caractéristiques de performance plus pertinentes aux exemples de l'Annexe A, offrant ainsi une possibilité de référence aux utilisateurs, la conformité à ces valeurs étant laissée à leur discrétion.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45A/595/FDIS	45A/602/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

- c) addition of software programme design, categorization, verification, and validation requirements;
- d) addition of the recommendation to avoid parallel connection of batteries from more than one division;
- e) addition of the requirement that, when batteries are connected in parallel under abnormal operating conditions, they shall be properly protected with isolation devices to avoid any failure that may impair more than one division;
- f) editorial changes throughout the standard to improve comprehension and clarity;
- g) correction of minor errors in Figures 1, 4, and 5;
- h) addition of more typical performance characteristics to the examples in Annex A for reference purposes, adherence to these values being at the discretion of the users.

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

FDIS	Report on voting
45A/595/FDIS	45A/602/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

0 Introduction

0.1 Contexte technique, questions importantes et structure du document

La version de la CEI 61225 publiée en 1993 fut développée pour fournir des exigences relatives à la conception des alimentations électriques des centrales nucléaires de puissance. En 2003, le Groupe de Travail A2, prenant en compte le retour d'expérience collecté mondialement sur le sujet, recommandait la révision de celle-ci afin que cette révision, CEI 61225 Ed.2 (2005), soit intégrée de façon plus cohérente dans la collection des normes du SC 45A.

Cette norme est applicable à la conception des alimentations des nouvelles centrales nucléaires de puissance, dont la construction débute après sa publication. Elle est une référence pour les modernisations et les mises à niveau des centrales nucléaires de puissance existantes.

0.2 Position du présent document dans la collection de normes du SC 45A

La norme CEI 61225 est le document de troisième niveau traitant spécifiquement du sujet particulier des exigences relatives aux alimentations électriques.

Pour plus de détails sur la collection de normes du SC 45A voir l'Article 0.4.

0.3 Recommandations et limites relatives à l'application de cette norme

L'application de cette norme doit être conjointe avec celles des normes CEI 61513, CEI 61226, CEI 60709, CEI 600880 et CEI 62138.

0.4 Description de la structure de la collection des normes du SC 45A et relations avec les documents de la CEI, de l'AIEA et de l'ISO

Le document de niveau supérieur de la collection de normes produites par le SC 45A est la CEI 61513. Cette norme traite des exigences relatives aux systèmes et équipements d'instrumentation et de contrôle commande (systèmes d'I&C) utilisés pour accomplir les fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires, et structure la collection de normes du SC 45A.

La CEI 61513 fait directement référence aux autres normes du SC 45A traitant de sujets génériques tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, les défaillances de cause commune, les aspects logiciels et les aspects matériels relatifs aux systèmes informatisés, et la conception des salles de commande. Il convient de considérer que ces normes, de second niveau, forment, avec la norme CEI 61513, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A qui ne sont pas référencées directement par la norme CEI 61513 sont relatives à des matériels particuliers, à des méthodes ou à des activités spécifiques. Généralement, ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les activités génériques, peuvent être utilisés de façon isolée.

Un quatrième niveau qui est une extension de la collection de normes du SC 45A correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

0 Introduction

0.1 Technical background, main issues and organization of the standard

The 1993 issue of IEC 61225 was developed for specifying the requirements relevant to the design of electrical supplies of nuclear power plants. Considering the experience gathered worldwide on this subject, in 2003 the working group A2 recommended a revision to this standard so that this revision, IEC 61225 Ed. 2 (2005), be consistently integrated into the SC 45A standard series.

This standard is applicable to the design of electrical supplies of new nuclear power plants, whose design work is initiated after the publication of this standard. It also serves as a reference for upgrading and modernizing existing nuclear power plants.

0.2 Situation of the current standard in the structure of the SC 45A standard series

IEC 61225 is the third-level document specifically tackling the particular topic of requirements for electrical supplies.

For more details on the structure of the SC 45A standard series, see Clause 0.4.

0.3 Recommendations and limitations regarding the application of this standard

This standard is to be applied in conjunction with IEC 61513, IEC 61226, IEC 60709, IEC 60880 and IEC 62138.

0.4 Description of the structure of the SC 45A standard series and relationships with other IEC documents and documents from other bodies (IAEA, ISO)

The top-level document of the SC 45A standard series is IEC 61513. It provides general requirements for instrumentation and control systems and equipment (I&C systems) that are used to perform functions important to safety in nuclear power plants (NPPs) and structures the SC 45A standard series.

IEC 61513 refers directly to other SC 45A standards for general topics related to categorization of functions and classification of systems, qualification, separation of systems, defence against common-cause failure, software aspects of computer-based systems, hardware aspects of computer-based systems, and control-room design. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 as a consistent document set.

At a third level, SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 are standards related to specific equipment, technical methods or activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general topics, can be used on their own.

A fourth level extending the SC 45A standard series corresponds to the technical reports which are not normative.

La CEI 61513 a adopté une présentation similaire à celle de la CEI 61508, avec un cycle de vie et de sûreté global, un cycle de vie et de sûreté des systèmes, et une interprétation des exigences générales des CEI 61508-1, CEI 61508-2 et CEI 61508-4 pour le secteur nucléaire. La conformité à la CEI 61513 facilite la compatibilité avec les exigences de la CEI 61508 telles qu'elles ont été interprétées dans l'industrie nucléaire. Dans ce cadre, la CEI 60880 et la CEI 62138 correspondent à la CEI 61508-3 en ce qui concerne le secteur de l'application nucléaire.

La CEI 61513 fait référence aux normes ISO ainsi qu'au document AIEA 50-C-QA pour ce qui concerne l'assurance qualité.

Les normes produites par le SC 45A sont élaborées de façon à être en accord avec les principes de sûreté fondamentaux du Code AIEA sur la sûreté des centrales nucléaires, ainsi qu'avec les guides de sûreté de l'AIEA, en particulier le guide NS-R-1 et le guide NS-G.1.3. La terminologie et les définitions utilisées dans les normes produites par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

IEC 61513 has adopted a presentation format similar to that of IEC 61508, with an overall safety life-cycle framework and a system life-cycle framework, and provides an interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4, for the nuclear application sector. Compliance with IEC 61513 facilitates consistency with the requirements of IEC 61508 as they have been interpreted for the nuclear industry. In this framework, IEC 60880 and IEC 62138 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector.

IEC 61513 refers to ISO as well as to IAEA 50-C-QA for topics related to quality assurance.

The SC 45A standards series consistently implements and details the principles and basic safety aspects provided in the IAEA Code on the safety of nuclear power plants and in the IAEA safety series, in particular NS-R-1 and the Safety Guide NS-G-1.3. The terminology and definitions used by SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION ET DE CONTRÔLE-COMMANDE IMPORTANTES POUR LA SÛRETÉ – EXIGENCES 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 des centrales nucléaires de puissance. Elle sert également de guide pour une éventuelle utilisation de ces alimentations pour d'autres systèmes d'I&C.

Il convient que ces alimentations proviennent de sources primaires de redondance et de fiabilité appropriées, de manière à atteindre de façon satisfaisante les objectifs fonctionnels et de sûreté du système d'I&C.

Cette norme définit les méthodes d'application du Guide de Sûreté de l'AIEA NS-G-1.3.

Les exigences de conception particulières concernant les composants du système d'alimentation électrique de l'I&C relèvent des normes CEI ou autres listées en référence et sont hors du domaine de la présente norme.

Le domaine du système d'alimentation électrique de l'I&C correspondant à cette norme ne couvre pas les alimentations électriques de certains matériels de système d'I&C, qui peuvent avoir besoin d'alimentation d'une qualité et d'une fiabilité spécifiques et particulières, telle que les tolérances applicables à la fréquence ou à la tension ou au temps de coupure soient plus contraignantes que les tolérances normales fournies par les normes CEI applicables aux centrales nucléaires.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038:2002, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60146-2:1999, *Convertisseurs à semi-conducteurs – Partie 2: Convertisseurs auto-commutés à semiconducteurs y compris les convertisseurs à courant continu directs*

CEI 60686:1980, *Alimentations stabilisées à sortie en courant alternatif*

CEI 60709, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle commande importants pour la sûreté – Séparation*

CEI 60780:1998, *Centrales nucléaires – Equipements électriques de sûreté – Qualification*

CEI 60880, *Logiciels pour les calculateurs utilisés dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires*

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEMS IMPORTANT TO 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 should be fed from primary sources of suitable redundancy and reliability, so that the safety and functional objectives of the I&C system can be adequately achieved.

This standard defines the methods of application of IAEA Safety Guide NS-G-1.3.

The specific design requirements for the components of the I&C power supply system are covered by IEC standards and standards listed in the references and are otherwise outside the scope of this standard.

The scope of the I&C power supply system covered by this standard does not apply to supplies to certain equipment within an I&C system, which may need specific and special quality or reliability of power supplies, such as closer tolerances of frequency or voltage or of interruption time for loss of supply shorter than the period required by the normal tolerances of IEC standards relevant to power plants.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:2002, *IEC standard voltages*

IEC 60146-2:1999, *Semiconductor converters – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters*

IEC 60686:1980, *Stabilized power supplies, a.c. output*

IEC 60709, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Separation*

IEC 60780:1998, *Nuclear power plants – Electrical equipment of the safety system – Qualification*

IEC 60880, *Software for computers in the safety of nuclear power plants*

CEI 60980:1989, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

CEI 61000-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure*

CEI 61226, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle commande importants pour la sûreté – Classement des fonctions d'instrumentation et de contrôle commande*

CEI 61513, *Centrales nucléaires – Instrumentation et de contrôle commande des systèmes importants pour la sûreté – Prescriptions générales pour les systèmes*

CEI 62138, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Aspects logiciels des systèmes informatisés réalisant des fonctions de catégorie B ou C*

Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3: *Instrumentation and control systems important to safety in nuclear power plants* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et définitions suivants sont applicables. Pour les termes non définis ci-dessous se référer au Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3

3.1 élément important pour la sûreté

élément faisant partie d'un groupe de sûreté et/ou dont le mauvais fonctionnement ou une défaillance pourrait entraîner une exposition du personnel de la centrale ou du public à des rayonnements

[Dérivée du Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3]

3.2 système de sûreté

système important pour la sûreté, installé pour assurer l'arrêt sûr du réacteur ou l'évacuation de la chaleur résiduelle du cœur, ou pour limiter les conséquences d'un incident de fonctionnement prévu ou d'un accident de dimensionnement

[Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3]

3.3 système d'I&C lié à la sûreté

système d'I&C important pour la sûreté qui ne fait pas partie d'un système de sûreté

[Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3]

3.4 système support de sûreté

ensemble de matériels assurant les services, tels que le refroidissement, la lubrification, la fourniture d'énergie, requis par le système de protection et les systèmes actionneurs de sûreté

[Guide de sûreté AIEA NS-G-1.3]

IEC 60980:1989, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 61000-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

IEC 61513, *Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems*

IEC 62138, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category B or C functions*

IAEA Safety Guide NS-G-1.3: *Instrumentation and control systems important to safety in nuclear power plants*

3 Definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply. Other terms not defined below are defined in IAEA Safety Guide NS-G-1.3.

3.1

item important to safety

item that is part of a safety group and/or whose malfunction or failure could lead to radiation exposure of the site personnel or members of the public

[Derived from IAEA Safety Guide NS-G-1.3]

3.2

safety system

system important to safety, provided to ensure the safe shutdown of the reactor or residual heat removal from the core, or to limit the consequences of anticipated operational occurrences and design basis accidents

[IAEA Safety Guide NS-G-1.3]

3.3

safety-related I&C system

I&C system important to safety which is not part of a safety system

[IAEA Safety Guide NS-G-1.3]

3.4

safety system support features

collection of equipment that provides services such as cooling, lubrication and energy supply required by the protection system and the safety actuation systems

[IAEA Safety Guide NS-G-1.3]

4 Exigences du système

4.1 Fonction et description

Les alimentations électriques des systèmes d'I&C sont généralement constituées des systèmes non interruptibles suivants (voir Figures 2 et 3):

- un système d'alimentation en c.c. avec chargeurs de batterie et batteries, alimentant des charges en c.c. et des onduleurs;
- un système d'alimentation en c.a. avec batteries de secours et onduleurs, alimentant des charges en c.a..

Le système d'alimentation en c.c. doit alimenter les charges en c.c., y compris celles des onduleurs, des systèmes de contrôle commande, de surveillance, de protection, de commutation et d'alimentation auxiliaire durant le fonctionnement normal, les incidents de fonctionnement prévus et en conditions accidentelles.

Si des charges importantes pour la sûreté requièrent une alimentation permanente, un système d'alimentation adapté non interruptible doit être installé pour alimenter ces charges en conformité avec l'Article 6.

Si une alimentation importante pour la sûreté est nécessaire, alors la fonction correspondante doit être classée conformément à la CEI 61226. Sa conception et sa mise en œuvre doivent être conformes à cette norme et à ses références, pour garantir une intégrité suffisante de l'alimentation.

Le paragraphe 8.4 indique les contraintes relatives aux branchements des charges d'I&C importantes pour la sûreté et de celles non classées de sûreté et non importantes pour la sûreté. Il convient que les exigences générales applicables aux systèmes d'I&C installés, y compris leurs alimentations électriques, ainsi que les fonctions soient conformes à la CEI 61513.

4.2 Divisions du système

Le système d'alimentation en c.c. et le système d'alimentation non interruptible en c.a. doivent être divisés en divisions redondantes et indépendantes conformément à l'Article 5 de cette norme.

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

Chaque division du système d'alimentation non interruptible en c.a. doit comprendre au moins une alimentation pour le système en c.a. à partir du système d'alimentation en c.c., un onduleur c.c./c.a. et un système de distribution. Il est recommandé de prévoir une autre alimentation de secours du système en c.a. et un dispositif de commutation (permutation) automatique (Figures 3 et 4).

4.3 Limites du système

Le domaine de cette norme couvre les systèmes d'alimentation électrique des bornes d'entrée des disjoncteurs aux charges individuelles (voir la Figure 1). Les disjoncteurs sont généralement alimentés par les jeux de barres basse tension en c.a. de l'alimentation électrique de secours (EPS).

Pour des raisons d'exploitation et de sûreté, les charges doivent être réparties en divisions distinctes; chacune de ces divisions peut être alimentée par des sources redondantes distinctes. Le nombre de divisions des systèmes d'alimentation électrique des systèmes d'I&C doit être déterminé par les exigences de sûreté et de fonctionnement de la centrale nucléaire.

4 System requirements

4.1 Function and description

I&C electrical supplies generally consist of the following non-interruptible systems (see Figures 2 and 3):

- a d.c. power system with battery-chargers and batteries, supplying d.c. loads and inverters;
- an a.c. power system with back-up batteries and inverters, supplying a.c. loads.

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

If loads important to safety require continuous power, a suitable non-interruptible power system shall be provided to supply such loads in accordance with Clause 6.

If a supply important to safety is needed, then its functions shall be classified according to IEC 61226. Its design and implementation shall be according to that standard and its references, to provide assurance of sufficient integrity of supply.

Subclause 8.4 provides the constraints on connecting I&C loads important to safety and I&C loads not important to safety. Functions and general requirements of I&C systems including their power supplies should be provided in accordance with IEC 61513.

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 switchover device should also be provided (Figures 3 and 4).

4.3 System boundaries

The scope of this standard covers the electrical supply system from the incoming terminals of the breakers to each individual load (see Figure 1). The breakers are generally fed by the a.c. low-voltage power bus of the electrical emergency power supplies (EPS).

For safety and operational reasons, the loads shall be divided into several separate divisions; each of these divisions may be supplied from separate redundant supplies. The number of divisions in the I&C power supply systems shall be dictated by the safety and operational requirements of the nuclear power plant.

Chaque système peut dans les limites précisées précédemment être composé de matériels tels que transformateurs, convertisseurs, groupes convertisseurs, onduleurs, câbles, dispositifs d'isolement, tableaux de répartition, appareils de commutation, batteries centrales et locales, équipements de connexion, de surveillance et de protection.

Le système d'alimentation des systèmes d'I&C peut être utilisé pour alimenter des charges importantes pour la sûreté et des charges non importantes pour la sûreté. Lorsque cette pratique est adoptée, les charges de sûreté doivent être alimentées à partir de sources d'alimentation dédiées à chaque division, afin de garantir l'isolement. Il est acceptable d'alimenter des charges non importantes pour la sûreté à partir de jeu de barres alimentant simultanément des matériels de sûreté et non de sûreté et de câbles appartenant à la même division. Dans cette division, le jeu de barres doit satisfaire, par rapport aux autres divisions, les exigences d'indépendance et de séparation définies par la CEI 60709. Si l'intégrité des sources d'alimentation est réduite, les charges non importantes pour la sûreté doivent être isolées du jeu de barres de sûreté. Cela est possible, par exemple, lors de l'ilotage de la centrale, des pertes sources ou lors des démarrages des diesels.

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

5.1 Généralités

Les systèmes d'alimentation d'I&C couverts par cette norme assurent le fonctionnement des systèmes d'I&C. Ils doivent être conçus pour satisfaire au critère de défaillance unique dicté par la CEI 61513 et aux exigences de séparation et de tolérance aux défaillances définies par la CEI 60709. Les critères de conception suivants doivent être au minimum satisfaits.

5.2 Redondance

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

5.3 Séparation physique

Les parties redondantes des systèmes d'alimentation d'I&C doivent être séparées conformément à la CEI 60709.

Un événement initiateur hypothétique unique ne peut entraîner la défaillance de plus d'un système redondant conformément aux exigences des CEI 60709 et CEI 61513.

Lorsque la conception fait appel à des batteries regroupées de capacité importante, celles-ci, pour chaque système d'alimentation redondant, doivent être installées dans des pièces séparées, surveillées et ventilées. Chaque système de ventilation doit être alimenté à partir de la même division du système d'alimentation que celle de la batterie concerné.

5.4 Indépendance

En général, les systèmes d'alimentation d'I&C doivent être formés de divisions redondantes sans interconnexion (voir la CEI 60709). Chaque division doit avoir ses propres alimentations, batteries et chargeurs, onduleurs, tableaux de commutation, chemins de câbles et équipements auxiliaires pour être fonctionnellement indépendante et physiquement séparée des autres divisions (voir la Figure 5).

Si une double alimentation est nécessaire, du côté des charges du consommateur ou du côté du chargeur, la conception des connexions entre les alimentations redondantes doit être telle qu'une éventuelle défaillance survenant, celle-ci n'affecterait pas plus d'un système d'alimentation redondant (voir la Figure 6). La conception doit satisfaire au critère de défaillance unique défini par la CEI 61513.

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

The I&C supply system may be used for loads important to safety and for some non-safety loads. Where it is practicable to do so, the safety loads shall be supplied from a dedicated supply source for each division, to ensure isolation. It is acceptable to supply a non-safety load from a bus supplying both safety and non-safety equipment and cables concerned within the same division. The bus in that division shall meet the independence and separation requirements from other divisions as defined in IEC 60709. Non-safety loads shall be automatically isolated from the safety bus, if the integrity of the source of supply is reduced. This could be, for example, during station grid connection loss, blackout, or essential diesel start conditions.

5 Requirements for redundancy, physical separation, and independence

5.1 General

The I&C power supply systems covered by this standard support the operation of the I&C systems. They shall be designed in accordance with the single-failure criterion in IEC 61513 and the requirements on separation and failure tolerance of IEC 60709. 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.

5.3 Physical separation

The redundant parts of the I&C power supply systems shall be separated according to IEC 60709.

A single postulated initiating event shall not lead to the failure of more than one redundant system in accordance with the requirements of IEC 60709 and IEC 61513.

In the case of a design using large centralized batteries, the batteries of each redundant supply system shall be installed in a separate room with monitoring and adequate ventilation. Any ventilation system shall be supplied from the same division of the power supply system as the battery concerned.

5.4 Independence

In general, I&C power systems shall consist of redundant divisions without interconnection (see IEC 60709). Each division shall have its own feeds and supplies, batteries and chargers, inverters, switchboards, raceways and auxiliary facilities so as to be functionally independent and physically separate from the other divisions (see Figure 5).

Should double-feeding be necessary, either for the load side or for the charger side, the connections between the redundant supplies shall be designed such that any fault that may occur shall not adversely affect more than one redundant supply system (see Figure 6). The design shall comply with the single failure criterion as stated in IEC 61513.

Lorsque des diodes sont utilisées pour surveiller et vérifier les performances des systèmes d'alimentation, celles-ci doivent être correctement isolées des circuits d'alimentation électrique.

5.5 Fiabilité

La fiabilité des alimentations doit être compatible avec les exigences applicables aux systèmes d'I&C à alimenter.

Il convient, pour augmenter la fiabilité de chaque système d'alimentation redondant, de porter une attention particulière à la diversification ou à la redondance dans la conception des composants, à la fiabilité des composants, à la maintenance et aux procédures d'essais.

Si des matériels numériques ou des circuits de logique de commande informatisés sont utilisés dans le système d'alimentation d'I&C, on doit mettre en place des processus de conception du logiciel, de classement, de vérification et de validation adaptés pour minimiser les conséquences de toute défaillance du logiciel ou défaillance de cause commune (DCC) dans l'équipement numérique qui pourrait impacter plus d'une division. Légalement, la diversification de la conception du matériel et du logiciel peut être exigée. Les normes CEI 61226, CEI 62138, et CEI 60880 contiennent les recommandations relatives à la conception adaptée au logiciel, à la catégorisation, à la validation et vérification.

6 Exigences fonctionnelles pour les alimentations électriques d'I&C

6.1 Alimentations électriques pour les systèmes d'I&C importants pour la sûreté

Les systèmes d'I&C sont alimentés à partir de jeux de barres, dont l'énergie provient, en situation normale, de l'alternateur principal, de connexions au réseau ou d'alimentations différentes. Dans l'éventualité d'une perte source normale de puissance, ces jeux de barres doivent être alimentés par des alimentations différentes ou par les alimentations internes de secours.

Les alimentations d'I&C peuvent être sujettes à des transitoires lors des démarrages de charges, telles que de gros moteurs, des disjoncteurs haute tension ou dans des situations de défaut. Ainsi convient-il de prendre des précautions pour empêcher que ces transitoires au-delà des limites acceptables (voir les exemples de l'Annexe A) n'affectent la tension de charge des jeux de barres d'I&C.

Si des matériels informatisés sont utilisés dans les circuits de commande logiques du système d'alimentation d'I&C, ces composants étant sensibles aux interférences électromagnétiques, on doit prendre en compte des exigences de compatibilité électromagnétiques (CEM) et l'adéquation de l'immunité du système doit être démontrée. Il convient que les composants utilisés dans les systèmes d'alimentation d'I&C soient conformes aux exigences d'immunité aux perturbations fournies par les normes CEI 61000-4.

L'alimentation de chacun des jeux de barres doit avoir un temps de coupure inférieur au temps de coupure toléré par les consommateurs de charge branchés à ces jeux de barres.

Les systèmes de charge d'I&C peuvent comprendre des charges c.c. et/ou des charges c.a. Lors de la perte d'alimentation primaire, les tensions de sorties pour ces consommateurs de charge (qu'ils soient en c.c. ou en c.a.) doivent être maintenues dans des limites spécifiées pour un temps d'interruption donné. Il convient d'estimer la tolérance des charges aux coupures brèves d'alimentation durant les pertes de fusibles ou les opérations de basculement de matériels.

Where diodes are used for monitoring and checking the performance of the supply systems; suitable isolation of these diodes from the power supply circuits shall be provided.

5.5 Reliability

The reliability 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 the component reliability, to the maintenance, and to the test procedures.

If digital equipment and computer-based control logic circuits are used in the I&C power supply systems, appropriate computer software design, categorization, verification, and validation shall be provided to minimize any software failure or common-cause failure (CCF) in digital equipment which may impair more than one division. If warranted, diverse design of hardware and software programs may be required. Guidelines of proper software design, categorization, validation, and verification are contained in IEC 61226, IEC 62138, and IEC 60880.

6 Functional requirements for I&C power supplies

6.1 Power supplies for I&C systems important to safety

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

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

If computer-based equipment is used in the control logic circuits of the I&C power supply system, these components are susceptible to electromagnetic interference. Special electromagnetic compatibility (EMC) requirements and testing shall be considered and adequate immunity shall be demonstrated. Components being used in the I&C power supply system should comply with the disturbance immunity requirements set up in the IEC 61000-4 standards.

The supplies to each bus shall have an interruption time less than the interruption time tolerated by the loads connected to the buses.

I&C system loads may consist of d.c. loads, a.c. loads, or both. The output voltages to the loads (whether a.c. or d.c) shall be maintained within specified limits following a loss of primary power for the interruption duration specified. The loads should be assessed for their tolerance of short interruptions of supply during fuse failure or changeover equipment operation.

Il convient normalement que le système de distribution soit 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 faire attention à la surveillance et à l'élimination des défauts de terre pour prévenir l'apparition éventuelle de conditions dangereuses lorsque deux ou plusieurs défauts de terre sont présents sur un système d'alimentation. Le système de mise à la terre de la signalisation d'I&C doit être compatible avec le système de mise à la terre de distribution de puissance pour l'I&C.

6.2 Batteries et chargeurs

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

La conception des batteries et des chargeurs doit prendre en compte des facteurs tels que la disponibilité des alimentations externes, le nombre et la fiabilité des groupes de secours, ainsi que les exigences particulières de la centrale. Dans tous les cas, celle-ci doit permettre d'alimenter les consommateurs de charge (y compris pour les charges transitoires et intermittentes) et d'assurer l'alimentation pour un temps minimum spécifié.

On doit faire attention aux méthodes d'exploitation et aux capacités des matériels dans le cas de batteries ou de chargeurs pouvant être mis hors service par une défaillance unique.

Les chargeurs de batterie 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 en même temps à la demande maximum d'alimentation postulée de toutes les charges connectées à la suite d'un début de perte d'alimentation normale. Il convient que le chargeur soit protégé des surcharges durant cette période de temps. Si l'alimentation du système par le chargeur est autorisée quand les batteries sont déconnectées, le chargeur doit avoir la capacité de satisfaire au nombre maximum de demandes postulées, y compris pour les charges transitoires et intermittentes. Chaque chargeur de batterie doit être équipé des dispositifs de déconnexions appropriés dans les circuits c.c. et c.a. pour permettre leurs isolements.

Les marges de sûreté de conception, les effets de température et la dégradation des composants liée au vieillissement doivent être pris en compte pour le dimensionnement des batteries et des chargeurs du système en c.c. La capacité des batteries doit être dimensionnée pour satisfaire à toutes demandes de charges nécessaires ainsi que toutes conditions de fonctionnement jusqu'au moment où les groupes de secours et les chargeurs auront pu recharger les batteries tout en alimentant en même temps les charges. Les conditions de fonctionnement couvrent les cycles de service, les transitoires électriques correspondants aux conditions de fonctionnement normal et les conditions accidentelles de dimensionnement.

Les batteries et les chargeurs doivent fonctionner en parallèle pour que les batteries soient constamment chargées. Les batteries alimentent en courant les charges seulement lorsque l'alimentation par chargeur n'est pas possible. Il convient que batteries et chargeurs soient protégés des environnements dans lesquels les matériels sont supposés fonctionner pour limiter les conséquences d'un accident de dimensionnement.

Les batteries locales, par exemple celles alimentant un appareil d'instrumentation unique ou une armoire, doivent aussi satisfaire aux articles applicables de cette norme.

The distribution system should normally be earthed to prevent dangerous faults that could occur on a normally unearthed 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 failure to danger conditions when two or more earth faults are present on a supply system. The I&C signal earthing system shall be compatible with the I&C power supply distribution earthing system.

6.2 Batteries and chargers

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

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

Consideration shall also be given to the method of operations 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, for example, 8 h, while at the same time supplying the maximum postulated demands of all the connected loads following an initiating loss of normal power. The charger should be protected from overload during this period of time. If the battery charger is permitted to supply the system with the battery disconnected, the charger shall have the capability of supplying the maximum postulated demands, including transients and intermittent loads. Each battery charger shall have appropriate disconnecting devices in the a.c. and d.c. circuits to enable the charger to be isolated.

In sizing the batteries and chargers of the d.c. system, consideration shall be given to the safety design margins, temperature effects and aging deterioration of the components. The capability of the batteries shall be sized to meet all required load demands and operating conditions until such time as the standby generator and the charger can re-charge the batteries and simultaneously supply the loads. Operating conditions include: duty cycles, electrical transients during normal operating conditions, and design basis accident conditions.

Batteries and chargers shall be operated in parallel so that the battery is constantly maintained in the charged condition. The battery supplies current to the loads only when a supply via the charger is not available. The batteries and chargers should also be protected from the environments for which the equipment is credited to operate in order to mitigate the consequences of a design basis accident.

Local batteries, for example, batteries supplying a single instrument or cubicle, shall also meet the applicable clauses of this standard.

6.3 Onduleurs et convertisseurs

La conception des onduleurs doit prendre en compte les conditions suivantes qui s'ajoutent à la somme totale de capacité de charge:

- la limite de défaillance de commutation doit excéder la somme des courants de crête produits dans les conditions de surcharge par les unités de transformation d'énergie installées dans les charges;
- la commande de la tension durant la perte d'alimentation de puissance primaire doit permettre de maintenir la tension de sortie dans les limites spécifiées;
- les onduleurs doivent être adaptés aux charges non linéaires;
- il convient qu'en mode de fonctionnement normal, pour faciliter les basculements rapides, les onduleurs fonctionnent en parallèle avec le système dédié de secours;
- la tension de sortie permise est celle spécifiée à l'Article 9;
- le contenu harmonique total de la forme d'onde de la tension de sortie ne doit pas dépasser 5 % dans la gamme des courants de charge attendue (qui peut ne pas être sinusoïdale avec des matériels d'I&C).

On peut employer des circuits intermédiaires convertisseurs c.c./c.c. pour alimenter les appareils électroniques. L'entrée de ces convertisseurs c.c./c.c. peut être connectée à la tension des batteries des matériels. Ces convertisseurs c.c./c.c. peuvent alimenter, côté sortie, des charges ou groupes de charges avec une tension contrôlée dont la valeur nominale peut être différente de celle de la tension de la batterie.

7 Exigences pour la conception du système de distribution

Les exigences suivantes doivent s'appliquer à chaque système.

7.1 Aspects du système

Le système d'alimentation doit fonctionner pour maintenir des alimentations importantes pour la sûreté en conditions accidentelles de dimensionnement. La Figure 1 donne les limites du système.

La conception d'ensemble du système global doit intégrer des alimentations redondantes et assurer une alimentation continue de chaque charge d'I&C dans la limite des tolérances spécifiées pour la tension, sinusoïde et fréquence, pour toutes les conditions d'entrée. Des valeurs caractéristiques sont données à l'Annexe A, mais d'autres niveaux de tension peuvent être employés, suivant les besoins du système d'I&C et des autres charges à alimenter.

Lorsque des systèmes normal et secours sont prévus, il convient que ceux-ci soient connectés à des sources séparées qui ne doivent pas être sujettes à des défaillances simultanées, afin de disposer de temps suffisant pour les réparations (voir la CEI 60709).

La conception finale doit être validée et testée pour montrer que celle-ci satisfait aux exigences fonctionnelles spécifiées.

En conditions de fonctionnement normal, le système de jeux de barres en c.c. doit être simultanément alimenté par les batteries et les chargeurs. Les jeux de barres non interruptibles en c.a. doivent être alimentés à partir de l'onduleur et du système d'alimentation de secours en c.a. (voir la Figure 3). Les charges peuvent être réparties en deux groupes ou plus sur les jeux de barres en c.a. pour limiter la taille des onduleurs.

6.3 Inverters and converters

The inverter design shall consider the following conditions in addition to the 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 the specified limits;
- the inverter shall be suitable for non-linear loads;
- to facilitate rapid change-over, the inverters should run synchronously with the dedicated back-up system under normal operating mode;
- the permissible output voltage shall be as specified in Clause 9;
- the total harmonic content of the output voltage waveform shall not exceed 5 % over the anticipated range of load currents (which may not be sinusoidal with I&C equipment).

To supply electronic devices, intermediate circuit d.c./d.c. converters may be used. The input side of these d.c./d.c. converters may be connected at the voltage of the battery equipment. These d.c./d.c. converters may feed, on the output side, loads or groups of loads with a controlled voltage that 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 to safety under design basis accident conditions. Figure 1 illustrates the system boundary.

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 shall not fail simultaneously, allowing for repair time (see IEC 60709).

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

Under normal operating conditions, the d.c. system bus shall be simultaneously fed from the battery and the charger. The non-interruptible a.c. bus shall be fed from the inverter and an a.c. back-up power supply (see Figure 3). The loads may be split into two or more sections on the a.c. bus to limit the size of the inverters.

7.2 Répartition des charges

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

Les charges peuvent être groupées suivant la durée de coupure transitoire d'alimentation qu'elles peuvent tolérer. Il convient lors de l'optimisation et du regroupement des charges de prendre en compte les caractéristiques des charges telles que le courant transitoire, les non-linéarités, les tolérances de régulation de tension, les fonctions de charge, les conséquences des défaillances.

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

Lorsque des alimentations en c.a. non interruptibles et de haute disponibilité sont requises, on doit effectuer une permutation rapide entre l'onduleur et l'autre source¹, par exemple un transformateur, en utilisant un commutateur statique ou un contacteur de permutation. Il convient que l'onduleur puisse isoler une défaillance du système côté charge sans réaliser le basculement sur les sources d'alimentation secours.

On doit indiquer clairement la capacité et la logique de ce système de basculement, y compris le retour à la source normale.

Les charges de haute fiabilité non de sûreté peuvent être prévues selon 8.4.

Il convient que le processus de conception prévoit la constitution de la liste de toutes les charges d'I&C, évalue et classe leur importance pour la sûreté conformément à la norme CEI 61226. Il convient d'identifier les exigences applicables à chaque charge. Cela couvre la tension, le courant normal, le courant de crête ou de démarrage, le facteur de puissance, le profile de charge et la puissance requise, les tolérances relatives aux alimentations et aux sources en c.a. ou c.c. Il convient de déterminer le temps de coupure tolérable maximum.

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 60038.

En cas d'un défaut du système, la conception du système de protection peut jouer un rôle important sur la fiabilité des alimentations des charges individuelles. La conception du système de protection électrique est décrite en 10.2.

On doit veiller au type de connexions utilisées entre les neutres et les terres de sécurité des alimentations, et à la référence des signaux de matériels d'I&C.

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

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 the transient interruption of the power supply that the loads can tolerate. In optimizing and grouping the loads, consideration should be given to the load characteristics such as transient current, non-linearity, voltage regulation tolerance, load functions and consequence of failures.

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

Where very high availability, non-interruptible a.c. supplies are required, fast automatic change-over between the inverter and an alternative supply¹, for example, a transformer or regulated transformer, shall be provided using a static switch or a change-over contactor. The inverter should be capable of isolating a system fault on the load side without relying on the transfer to the alternate power supply source.

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.

The design process should arrange to assemble a list of all I&C loads and assess and classify their importance to safety in accordance with IEC 61226. The requirements for each load should be identified. These include voltage, normal current, peak starting or turn-on current, power factor, load profile and power required, and a.c. or d.c. source and supply tolerances. The maximum tolerable interruption time for each load should be determined.

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 60038.

The design of the electrical protection system can have an important effect on the reliability of the supply to individual load in the event of a fault in the system. The design of the electrical protection system is specified in 10.2.

Consideration shall be given to the type of connection between the safety earth and the neutral connections of the power supplies, and the signal reference of the I&C equipment.

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

8 Effets des charges sur la qualité d'alimentation

8.1 Interférences électromagnétiques

Les charges d'I&C comme les charges d'alimentation actives peuvent produire des interférences transmises aux autres matériels, directement par rayonnement ou conduites par les réseaux électriques d'alimentation. Ces phénomènes doivent être minimisés en utilisant des matériels conformes aux niveaux d'interférences prescrits par la CEI 61000-4, et séparés physiquement ou par le blindage des câbles conformément à la CEI 60709.

De nombreuses charges, par exemple les alimentations en mode commuté, produisent des impulsions de courant qui génèrent des harmoniques. Ces charges doivent être spécifiées afin de satisfaire à des niveaux acceptables de forme 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 de niveaux prescrits par la CEI 61000-4.

8.2 Transitoires

Plusieurs types de charges, par exemple les ordinateurs et les systèmes programmés, peuvent être sujets à des défauts de fonctionnement causés par la distorsion de la forme d'onde de la tension d'alimentation, des niveaux d'harmoniques excessifs, des transitoires/pics de tension. La fusion des fusibles ou la commutation de grosses charges, qui réduisent la tension d'alimentation des matériels sur une même alimentation à un niveau qui n'est pas acceptable, peut aussi entraîner les perturbations citées précédemment. De la même façon, les surtensions ou les pics de tension peuvent facilement endommager les appareils numériques. Les actions appropriées doivent être initiées pour pallier de tels problèmes. Par exemple, il convient de connecter, les charges alimentant en courant les électrovannes, les relais et les petits moteurs à des jeux de barres/systèmes séparés des charges alimentant en courant les boucles de commande de mesure, les ordinateurs et les automates programmables.

Le courant maximum fourni par un onduleur dans de telles conditions peut faire partie de ses modes de limitation du courant, et les caractéristiques des charges et de la protection du système de distribution, par exemple fusibles ou disjoncteurs, doivent être compatibles avec les caractéristiques des sources électriques (voir l'Annexe A, exemple 1).

On doit limiter les courants d'appel à des valeurs acceptables lors de la conception des charges, par des charges séquentielles ou en réduisant la tension de démarrage.

8.3 Courant de charge

Le courant alternatif de charge est rarement sinusoïdal à cause des caractéristiques des charges inductives telles que les transformateurs et les charges des condensateurs.

Le pic de courant/tension a des effets majeurs sur les performances des charges, et il convient de spécifier certaines limites des formes d'onde du courant et de la tension. L'exemple 1 de l'Annexe A fournit des valeurs typiques d'une alimentation en c.a. D'autres valeurs de pics de courant/tension sont cependant acceptables en fonction du niveau de tension nominale de distribution, si ces valeurs de pic sont conformes aux normes CEI 60038 et CEI 60686.

8 Effects of loads on supply quality

8.1 Electromagnetic interference

Both I&C loads and active supply system loads can generate interference that is directly radiated, or conducted via power supply lines, to other equipment. This shall be minimized by using equipment that meets the interference levels specified in IEC 61000-4, and by physical separation and screening of the cables according to IEC 60709.

Many loads (for example, switched mode power supply units) generate current pulses that cause harmonics of current. These 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 61000-4.

8.2 Transients

Many types of loads, for example, computers and programmable devices, are susceptible to malfunction caused by distorted supply voltage waveform, excessive harmonic contents and voltage transients/spikes. Blowing fuses or switching on of large loads, which reduce the voltage on equipment fed from the same supply to an unacceptable low level, could cause the above-mentioned disturbance. Equally, over-voltage or voltage spikes may easily cause damage to computer-based devices. Appropriate action shall be taken to overcome such problems. For example, loads supplying power to solenoid valves, relays, and small motors should be connected to a separate bus/system than the loads supplying power to measurement control loops, computers and programmable controllers.

The maximum current supplied by an inverter under such conditions may enter into its current-limiting mode, and the characteristics of the loads and the protection in the distribution system (for example, fuses or automatic switches) shall be compatible with the characteristics of the power source (see Annex A, example 1).

Inrush currents shall be limited to an acceptable value by the design of the loads, by load sequencing, or by reduced voltage starting.

8.3 Load current

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

The peak current/voltage has a major effect on the load performance, and the current and voltage waveforms should be specified within certain limits. Annex A, example 1, shows typical values for an a.c. power supply. Other peak current/voltage values depending on the nominal distribution voltage level are also acceptable, if these peak values are in accordance with IEC 60038 and IEC 60686.

8.4 Charges de sûreté et charges non classées de sûreté

Les critères de conception suivants doivent être satisfaits pour améliorer la fiabilité des systèmes d'alimentation d'I&C.

- Il convient que les charges non classées de sûreté ne soient alimentées à partir des jeux de barres de sûreté que si elles sont connectées au travers de dispositifs destinés à protéger les alimentations de sûreté contre les effets dommageables des défauts survenant sur ces charges non classées de sûreté.
- La capacité du système d'alimentation doit être suffisante pour supporter en même temps les charges de sûreté et les charges non classées de sûreté durant la période de temps requise par les critères de sûreté.
- Les charges de sûreté doivent, si cela est possible, être séparées électriquement et physiquement des charges non classées de sûreté; les charges de sûreté, au minimum, doivent être correctement protégées de façon à ce qu'aucun défaut survenant sur une charge non classée de sûreté, de quelques formes que ce soient, ne puisse dégrader la sécurité des charges de sûreté.

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 offrir des marges par rapport aux valeurs spécifiées pour la sortie du système d'alimentation, afin de pallier toute détérioration en service, et la chute de tension lors de la décharge des batteries. Lorsque des onduleurs c.c./c.a. ou des convertisseurs c.c./c.c. sont installés, la variation de tension pour les matériels peut être inférieure à la tension aux bornes des batteries (voir l'exemple 3 de l'Annexe A).

9.2 Alimentations en c.a.

Les caractéristiques des alimentations en c.a. requises par les charges individuelles doivent offrir des marges par rapport aux valeurs spécifiées pour les sorties du système d'alimentation, afin de pallier toute détérioration en service, et pour l'impédance des connexions (chute de tension) 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.

La tension d'alimentation en c.a. doit avoir une forme d'onde sinusoïdale. La distorsion harmonique totale de la tension d'alimentation en c.a. ne doit pas excéder 5 % avec des charges non linéaires. Pour des charges linéaires, la distorsion harmonique totale de la tension doit être inférieure à 3 %.

Des exemples de caractéristiques et de limites de performance sont données à l'Annexe A.

Dans le cas d'alimentations en triphasées, il convient que les charges soient correctement réparties sur les trois phases.

8.4 Safety loads and non-safety loads

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

- Non-safety loads could be fed from the safety buses only when connected through devices that prevent faults on these non-safety loads from adversely influencing the safety supplies (for example, isolation devices).
- The capacity of the supply system shall be adequate to support both the safety and the non-safety loads for the time required by the safety criteria.
- Safety loads shall, if at all possible, be electrically and physically separated from the non-safety loads; the safety loads shall, at least, be properly protected in such a manner that failure of any non-safety load, in any form, shall not impair the security of the safety loads.

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 battery voltage drop during discharge. Where d.c./a.c.inverters or d.c./d.c. converters are provided, the variation of the voltage at the equipment may be designed to be less than the voltage at the battery terminals (see Annex A, example 3).

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 (voltage-drop) 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 (for example, on synchronous recorder charts).

The a.c. supply voltage shall be of a sinusoidal waveform. The a.c. supply voltage total harmonic distortion (THD) shall not exceed 5 % with non-linear loads. For linear loads, the voltage total harmonic distortion shall be less than 3 %.

Examples of performance characteristics and limits are given in Annex A.

In case of three-phase supplies, the loads should be appropriately balanced across the three phases.

10 Surveillance et protection

Une alimentation de puissance parfaitement fiable et continuellement disponible pour les matériels d'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 sur chaque division redondante de l'alimentation. Elles doivent être séparées physiquement et fonctionner indépendamment l'une de l'autre.

10.1 Surveillance

Les fonctions importantes des alimentations de puissance de l'I&C doivent être surveillées pour fournir une information appropriée et/ou les signaux d'alarme, ou pour déclencher les actions de protection appropriées. Les alarmes doivent être classées de façon similaire aux autres alarmes de la centrale conformément à leur signification et aux actions opérateurs requises.

La surveillance nécessaire pour chaque système d'alimentation redondant peut comprendre, sans que ce soit une limite, les éléments suivants.

- a) Onduleur
 - Tension de sortie hors tolérance (en dessus ou en dessous des valeurs de consigne)
 - Fréquence hors tolérance (de la valeur de consigne)
 - Erreur de synchronisation (onduleur non synchronisé à la source principale ou source principale indisponible)
 - Défaut de commande de puissance interne (défaillance de l'alimentation de commande de puissance interne)
 - Tension batterie basse (tension c.c. en dessous des tolérances)
- b) Rectifieur/convertisseur
 - Tension de sortie (sortie c.c. en dessus ou en dessous des valeurs de consigne)
 - Tension d'entrée (hors tolérance)
 - Fréquence d'entrée hors tolérance (pour les rectifieurs seulement)
 - Défaut de la commande de puissance interne (défaillance de l'alimentation de la commande de puissance interne)
- c) Commun (s'appliquent aux onduleurs et rectifieurs/convertisseurs)
 - Position des disjoncteurs d'entrée et de sortie (position ouverte/fermée)
 - Fusible fondu
 - Défaut de terre

Il convient de déclencher les alarmes en cas d'action de protection, pour la perte d'une alimentation dans un système redondant ou pour la perte d'une alimentation d'une charge. Les dispositifs de surveillance et de protection de chacune des divisions doivent être fonctionnellement et physiquement indépendants des autres divisions.

10.2 Protection

Des protections doivent être prévues sur le système d'alimentation d'I&C afin de réduire le nombre de charges affectées par un défaut du système et les conséquences de ce défaut sur le système. Les effets d'un fonctionnement intempestif doivent être minimisés. La principale source de défaut se situe habituellement au niveau des charges et de leurs connexions à l'alimentation; ainsi on doit installer des dispositifs individuels de protection appropriés contre les surcharges instantanées et les mise à la terre, par exemple par fusible ou par disjoncteur.

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 division. They shall be physically separated and operated independently from each other.

10.1 Monitoring

Important functions of the 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's action required.

The monitoring required for each redundant supply system should include, but not be limited to, the following.

- a) Inverter
 - Voltage output out of tolerance (above or below set values)
 - Frequency out of tolerance (from set value)
 - Synchronization error (inverter not synchronized to the main source or the main source not available)
 - Internal control power fault (internal control power supply failure)
 - Low battery voltage (d.c. voltage below tolerance)
- b) Rectifier/converter
 - Voltage output (d.c. output above or below set values)
 - Voltage Input (out of tolerance)
 - Input frequency out of tolerance (for rectifier only)
 - Internal control power fault (internal control power supply failure)
- c) General (apply to both inverter and rectifier/converter)
 - Input and output breaker position (open/close position)
 - Blown fuse
 - Earth fault

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. Monitoring and protection devices of each division shall be physically and functionally independent from other divisions.

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 is commonly on the loads, and so adequate individual instantaneous overload and earth protection shall be provided, for example, by fuses or breakers.

Il convient d'éviter la connexion en parallèle des alimentations, et, lorsque cela est fait, des protections appropriées doivent être mises en œuvre.

Afin de se conformer au principe donné à l'Article 5, il convient d'éviter en conditions de fonctionnement normales la mise en parallèle des batteries de différentes divisions. Toute mise en œuvre d'une double alimentation par des divisions différentes est autorisée seulement si le risque de défaillance de cause commune est suffisamment faible et limité par des protections appropriées. De telles connexions doivent être contrôlées et justifiées. Il convient de prévoir les essais et la surveillance de ces dispositifs d'isolement (voir l'Article 12).

11 Qualification des matériels

Tous les matériels employés dans les systèmes d'alimentation doivent être qualifiés conformément aux règles spécifiques et aux normes applicables aux matériels pour les conditions de fonctionnement normal, incidentel et accidentel afin de garantir les fonctions 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 pouvant survenir durant l'exploitation de la tranche, à savoir, phénomènes naturels (séisme, etc.), événements internes (défaillance de la tranche), et événements extérieurs particuliers tels que ceux causés par les activités humaines.

Le programme de qualification doit satisfaire respectivement aux exigences applicables des normes CEI 60780, CEI 60146-2, et CEI 60980.

12 Essais

Le système doit être conçu pour permettre de réaliser une surveillance par des essais régulièrement ou aux intervalles prescrits dans les règles spécifiques à la maintenance de la centrale et dans les normes relatives à chaque type de matériel.

Le système doit être conçu pour permettre la surveillance des essais de façon régulière. Cette surveillance des essais doit éprouver de façon appropriée la capacité des systèmes redondants prévue à la conception, les possibilités de basculement rapide, et le fait que les batteries déchargées possèdent encore une capacité suffisante. Le système doit être conçu de telle façon que les sections ou les portions de celui-ci puissent être déconnectées sans perdre un nombre de charges inacceptable et, plus important, sans mettre en péril le fonctionnement sûr de la centrale.

Le concepteur doit considérer les avantages des essais en ligne et en différé pour chaque partie du système et la nécessité de minimiser les reconfigurations manuelles du système pour réaliser les essais. Le système d'alimentation électrique et les composants doivent être périodiquement testés conformément au plan d'essai des systèmes liés à la sûreté.

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

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. Dans ce mode, les diodes des circuits consommateurs découplés peuvent être essayées suivant leur fonction spécifiée.

The connection of supplies in parallel should be avoided and where permitted adequate protection shall be provided.

Following the principle as stated in Clause 5, paralleling of batteries of different divisions should be avoided under normal operating conditions. Any application of using double feeding from different divisions is allowed only if the common cause failure potential is sufficiently low and limited by appropriate protections. Such a connection shall be controlled and justified. Provision should be made for testing and monitoring these isolation devices (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 applicable requirements as defined in IEC 60780, IEC 60146-2 and IEC 60980, respectively.

12 Testing

The system shall be designed to allow surveillance testing be performed on regular basis or at the intervals prescribed in the specific station maintenance rules and standards for each type of equipment.

Surveillance testing shall adequately demonstrate that the systems still have their designed redundancy, fast changeover facilities, and for batteries being discharged with adequate remaining capacity. The system shall be designed so that sections or portions of it can be disconnected without the loss of an unacceptable number of loads and, more importantly, without jeopardizing the safe operation of the plant.

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. The power supply system and components shall be periodically tested in accordance with the safety related system test schedule.

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 less than the float charging voltage of the battery. In this mode, the diodes of decoupled loads can be tested for their specified function.

13 Maintenance

Un programme de maintenance doit être fourni pour les matériels couverts par cette norme.

La conception et l'agencement de tous les composants du système d'alimentation électrique 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). Les composants doivent être facilement accessibles pour la maintenance. Un composant ne doit pas empêcher le retrait d'un autre. Il convient que les points d'essai des cartes des circuits imprimés soient masqués avec des caches afin de minimiser le risque d'une mise en contact avec un composant voisin lors des essais ou du branchement du point d'essai.

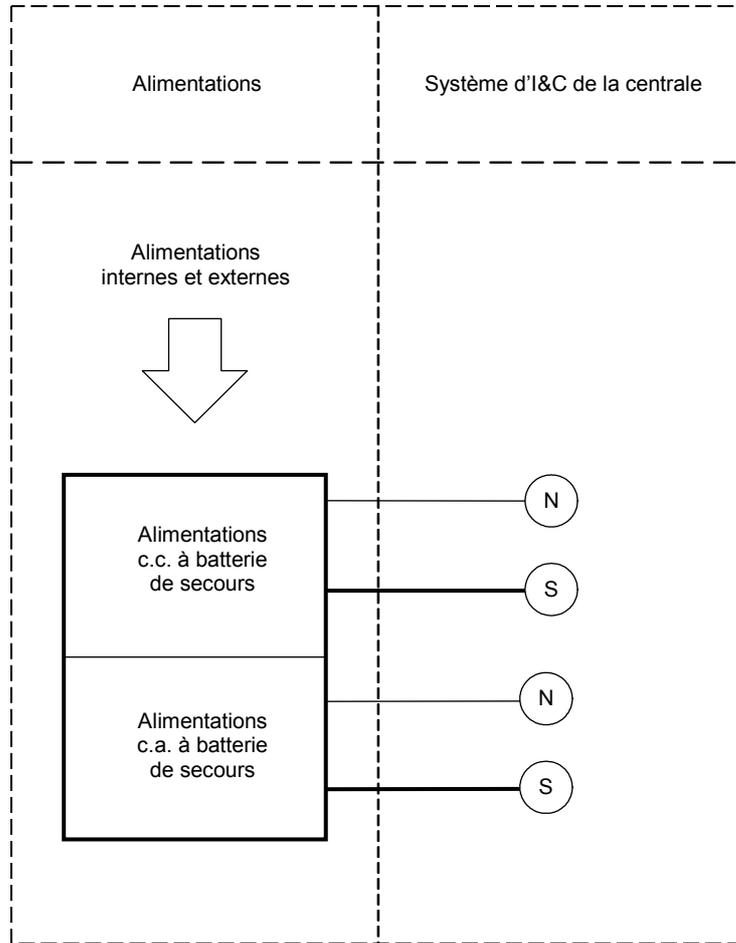
Une attention particulière doit être apportée aux exigences d'essai et de maintenance pour les batteries en local. Il convient de surveiller le vieillissement des batteries.

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). Components shall be easily accessible for maintenance. One component shall not impede the removal of another. Printed circuit board test points should be raised off the board with standoffs, in order that the chance of an inadvertent short to adjacent components while probing or connecting to the test points is minimized.

Particular attention shall be given to testing and maintenance requirements for local batteries. The aging of all batteries should be monitored.



Légendes des symboles

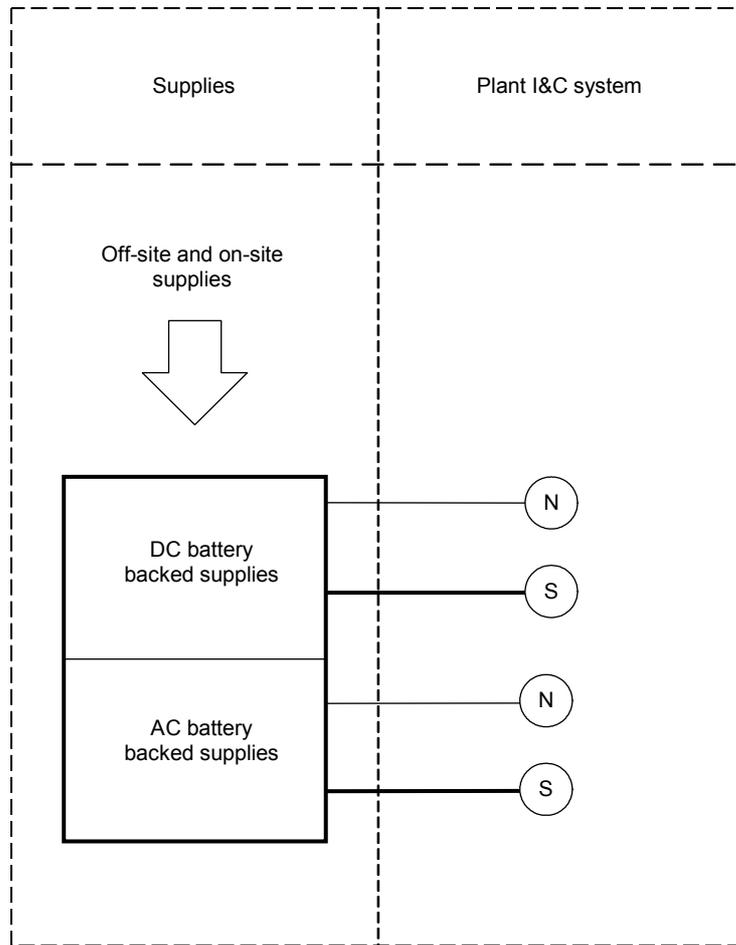
— Limite de la norme

(S) Charges pour des systèmes importants pour la sécurité

(N) Autres charges

IEC 2485/05

Figure 1 – Limite du système



Legends for symbols

- Boundary of the standard
- S Loads of systems important to safety
- N Other loads

IEC 2485/05

Figure 1 – System boundary

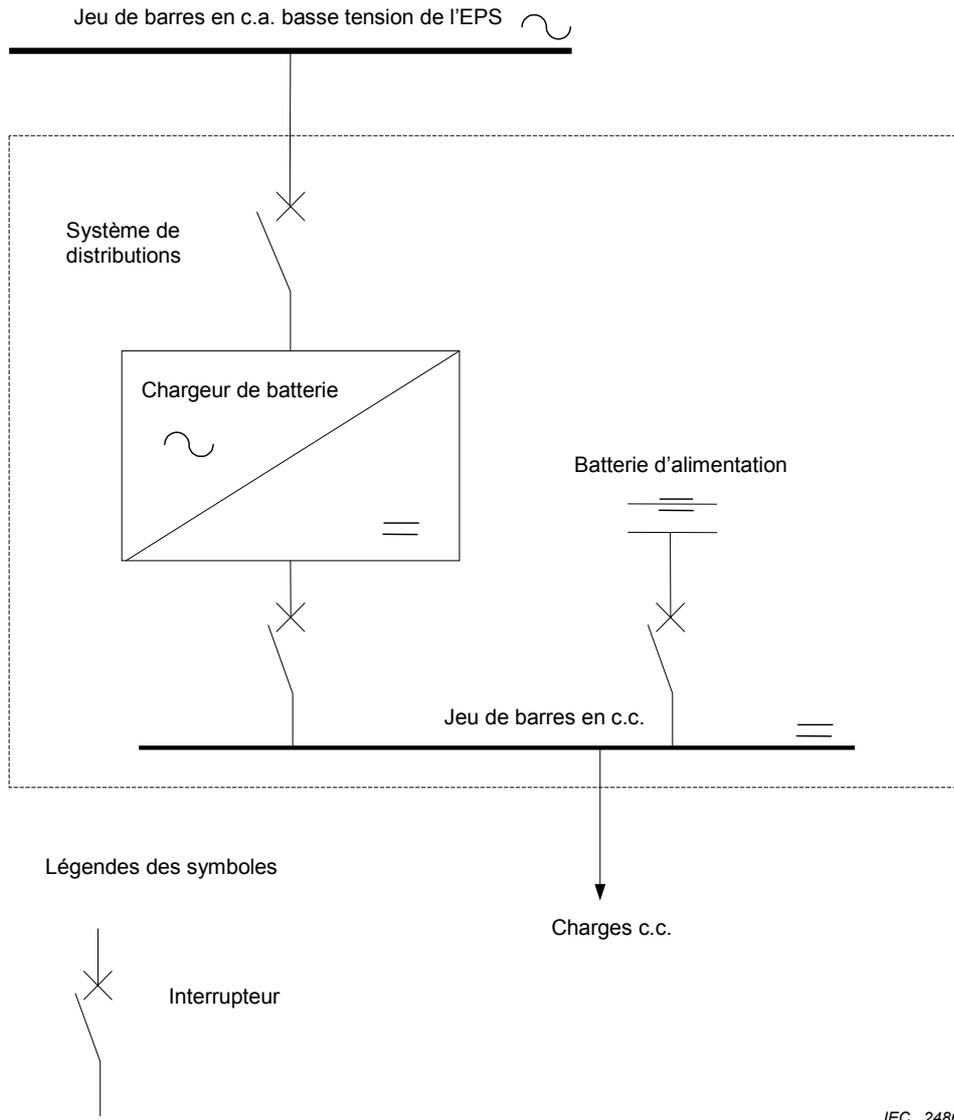
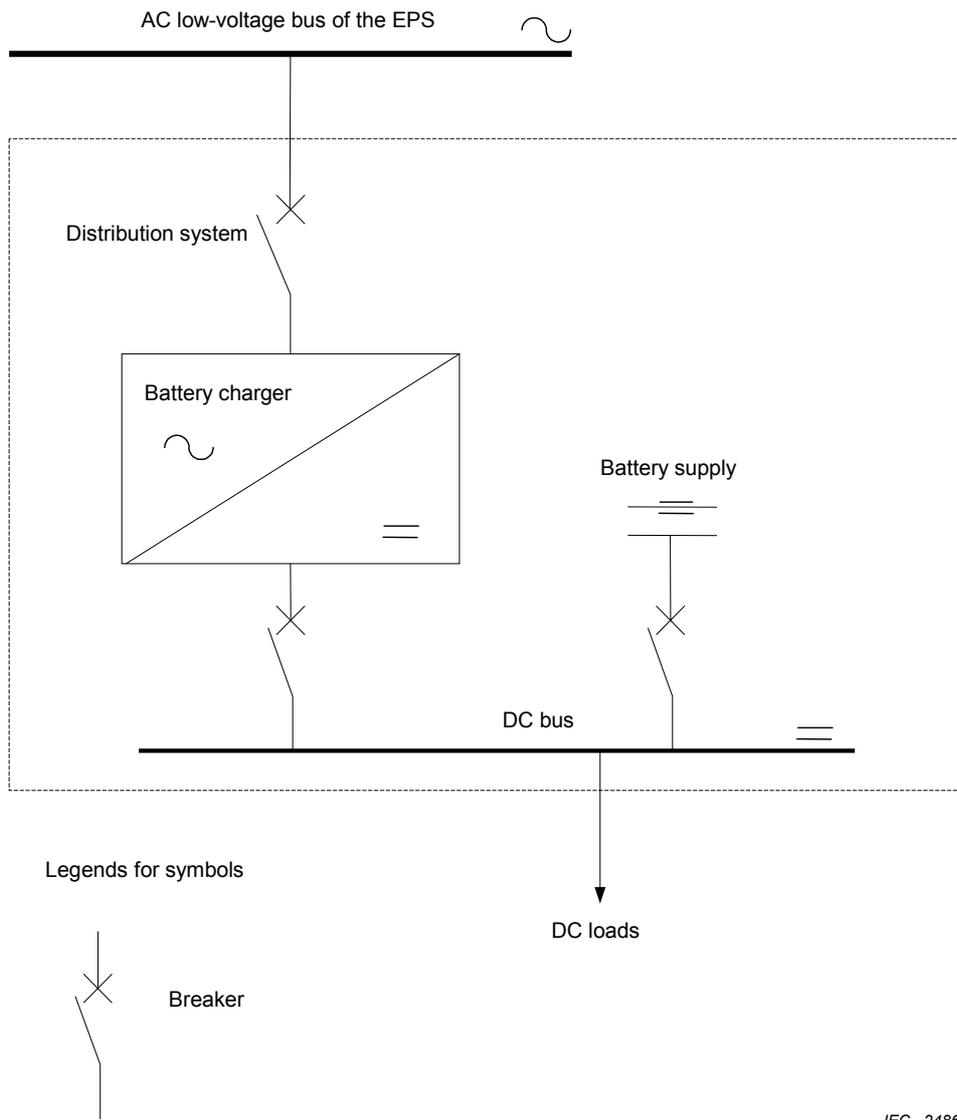


Figure 2 – Système d'alimentation en c.c.



IEC 2486/05

Figure 2 – DC power system

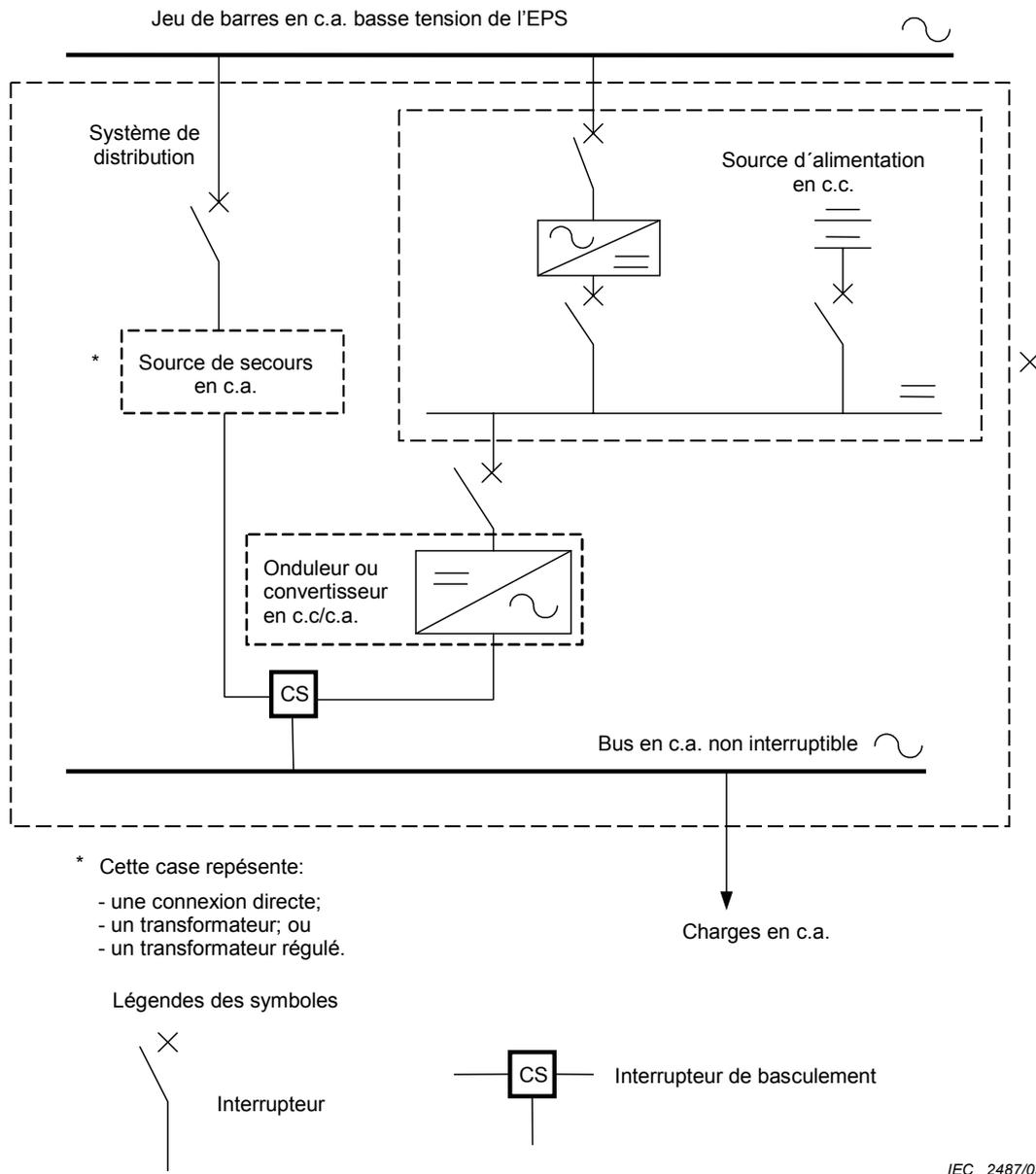
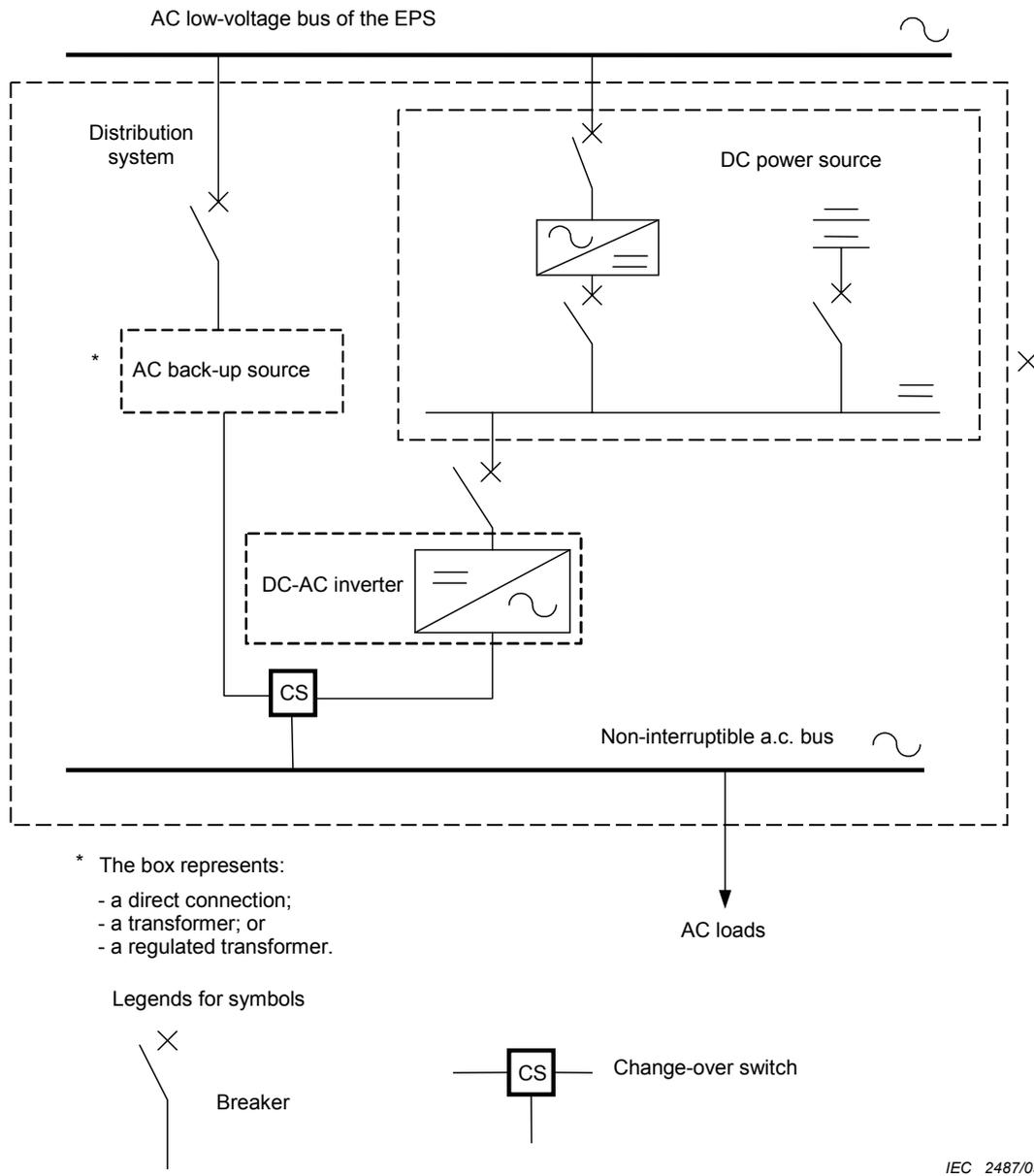


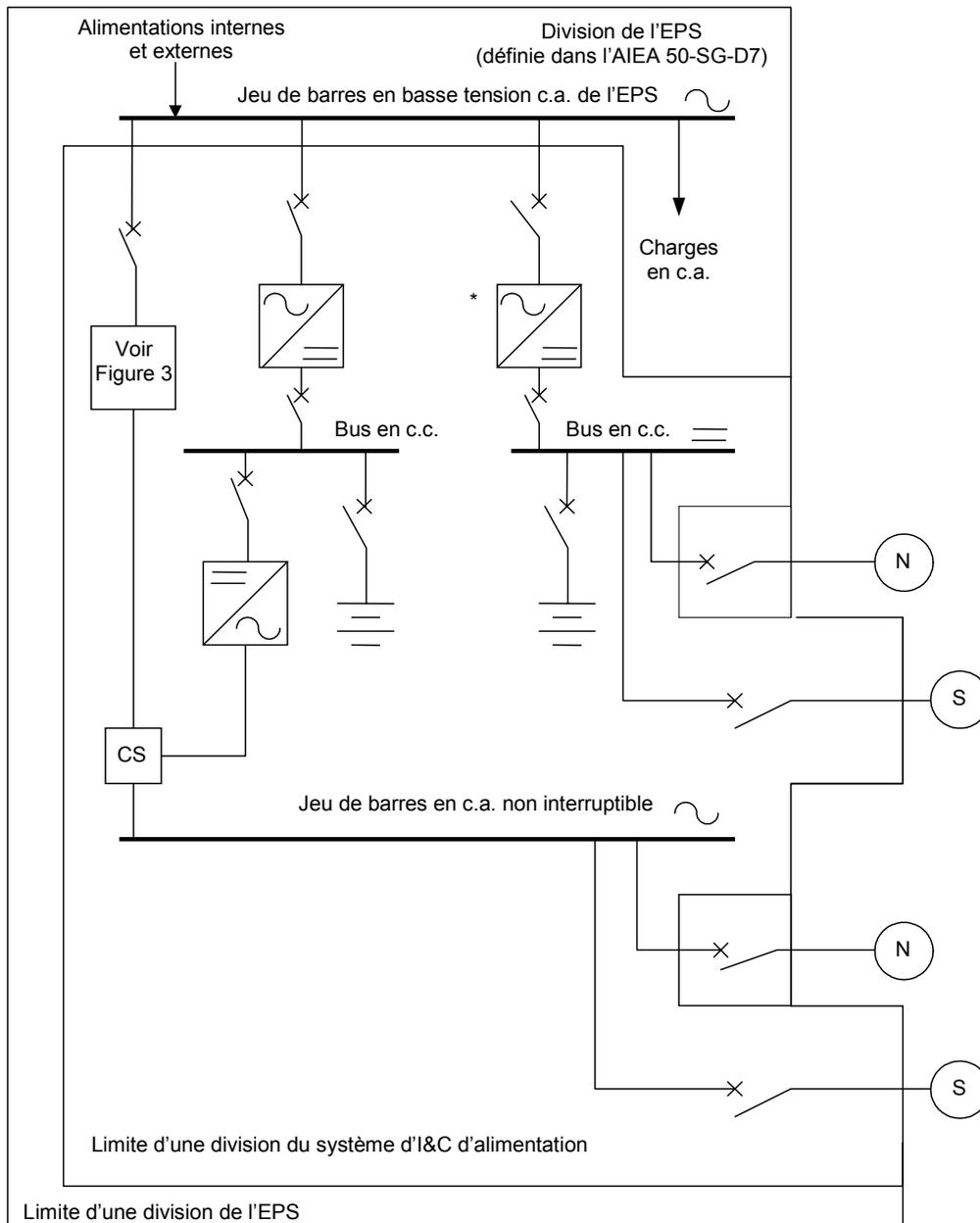
Figure 3 – Système d'alimentation en c.a. non interruptible

IEC 2487/05



IEC 2487/05

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



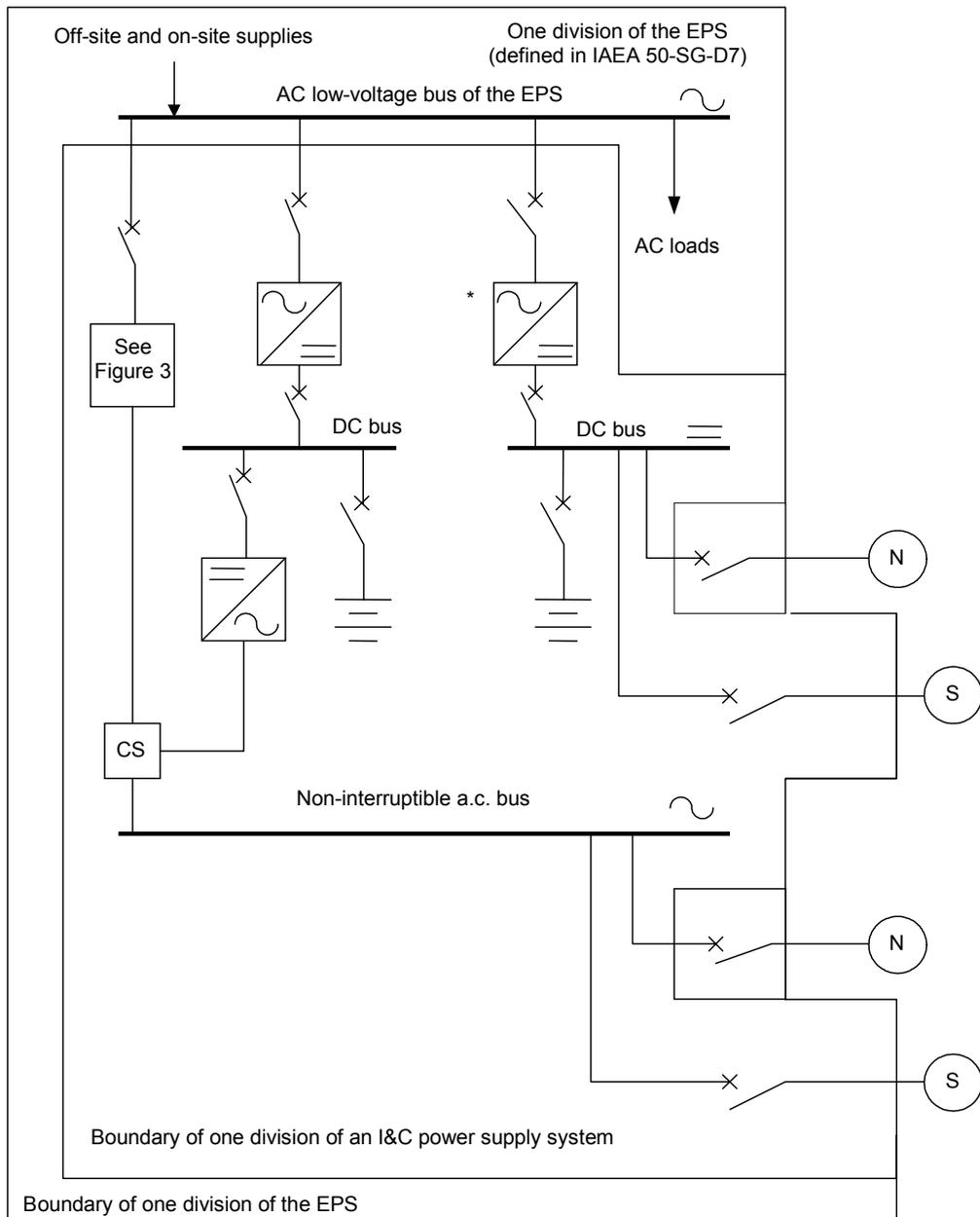
* Le système d'alimentation en c.c. et le système d'alimentation en c.a. non interruptible peuvent partager la même batterie et le même chargeur si les conditions de performances sont satisfaites.

Légendes des symboles

-  Dispositif d'isolement
-  Interrupteur
-  interrupteur de basculement
-  Charge de sûreté du système
-  Charge non classée de sûreté du système

IEC 2488/05

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



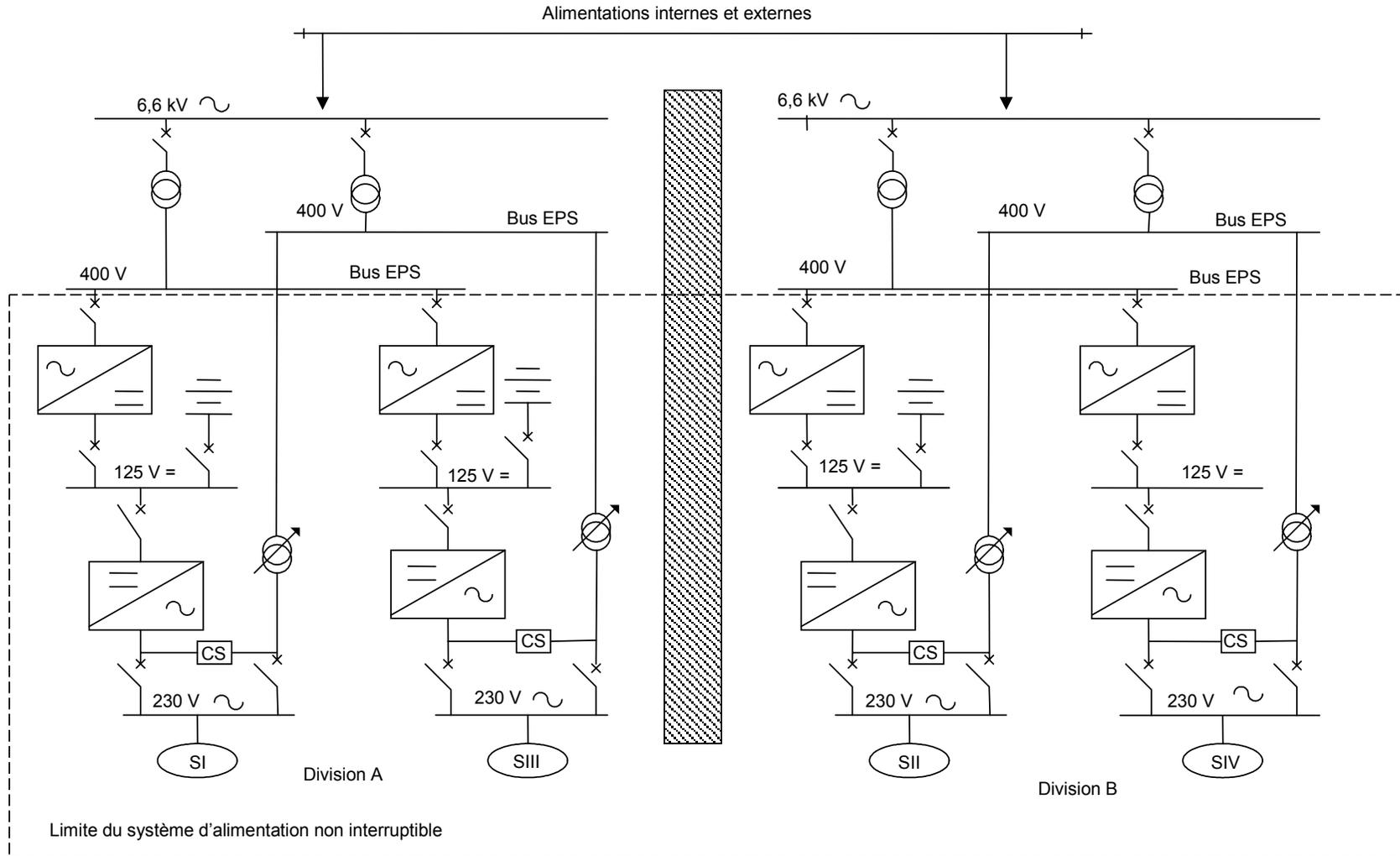
*The d.c. power system and non-interruptible a.c. power system may share the same battery and charger if the performance conditions can be satisfied.

Legends for symbols

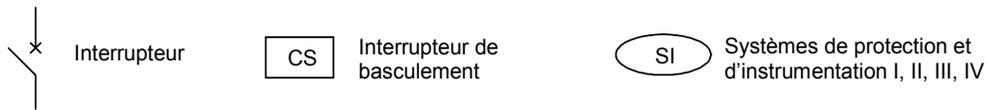
-  Isolation device
-  Breaker
-  Changeover switch
-  Safety-system load
-  Load other than safety-system load

IEC 2488/05

Figure 4 – One division of an I&C power supply system

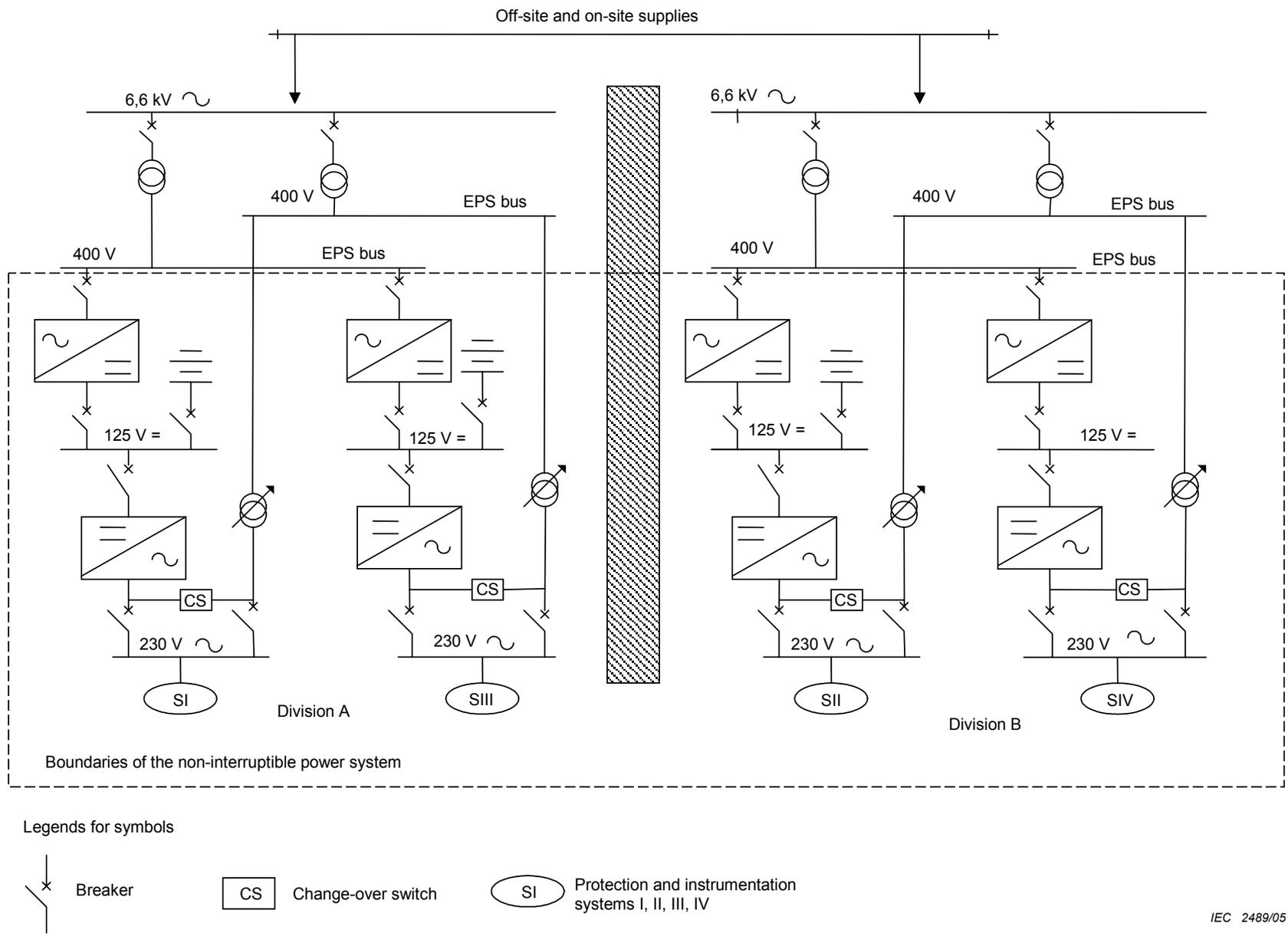


Légendes des symboles



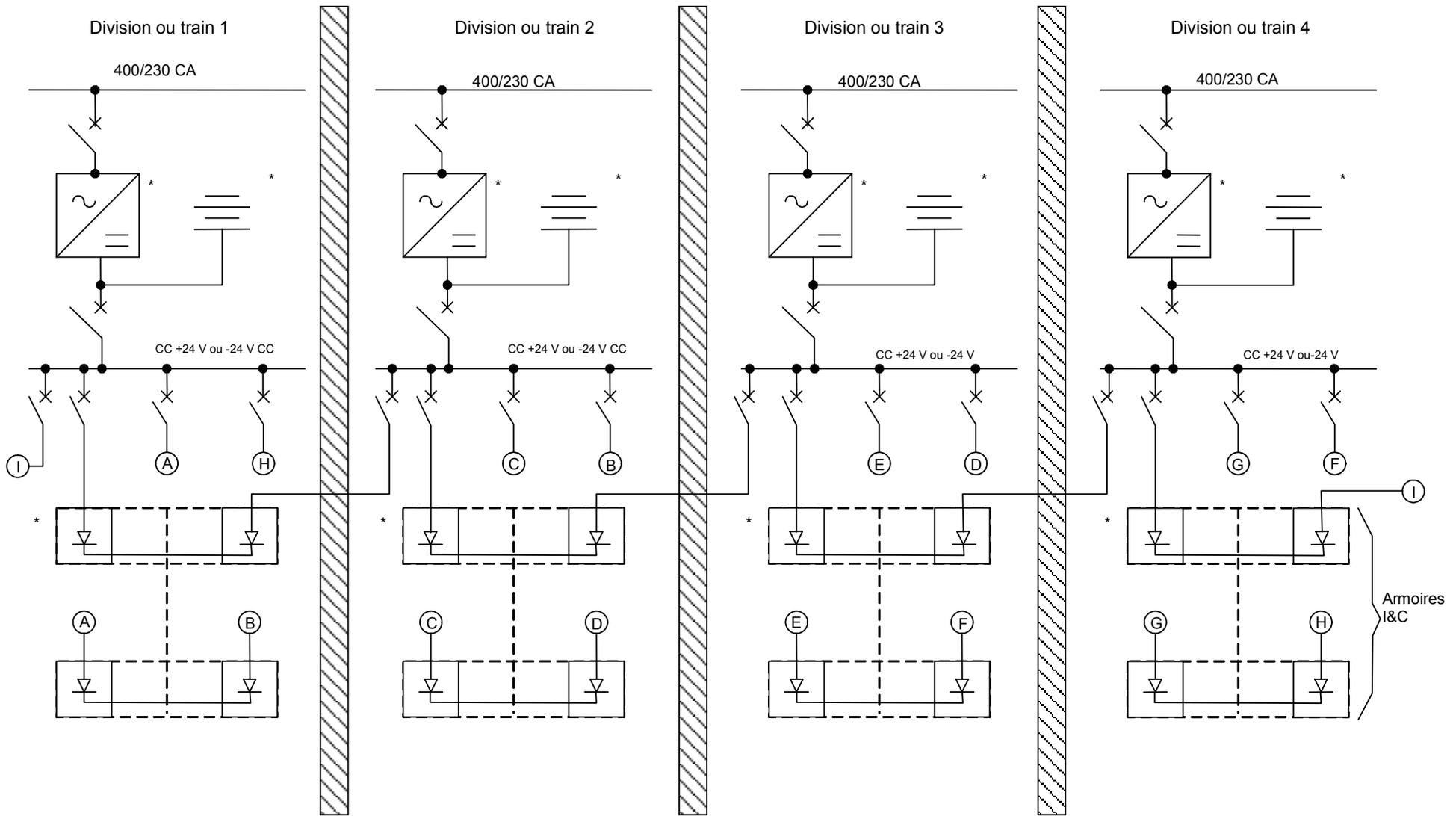
IEC 2489/05

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



IEC 2489/05

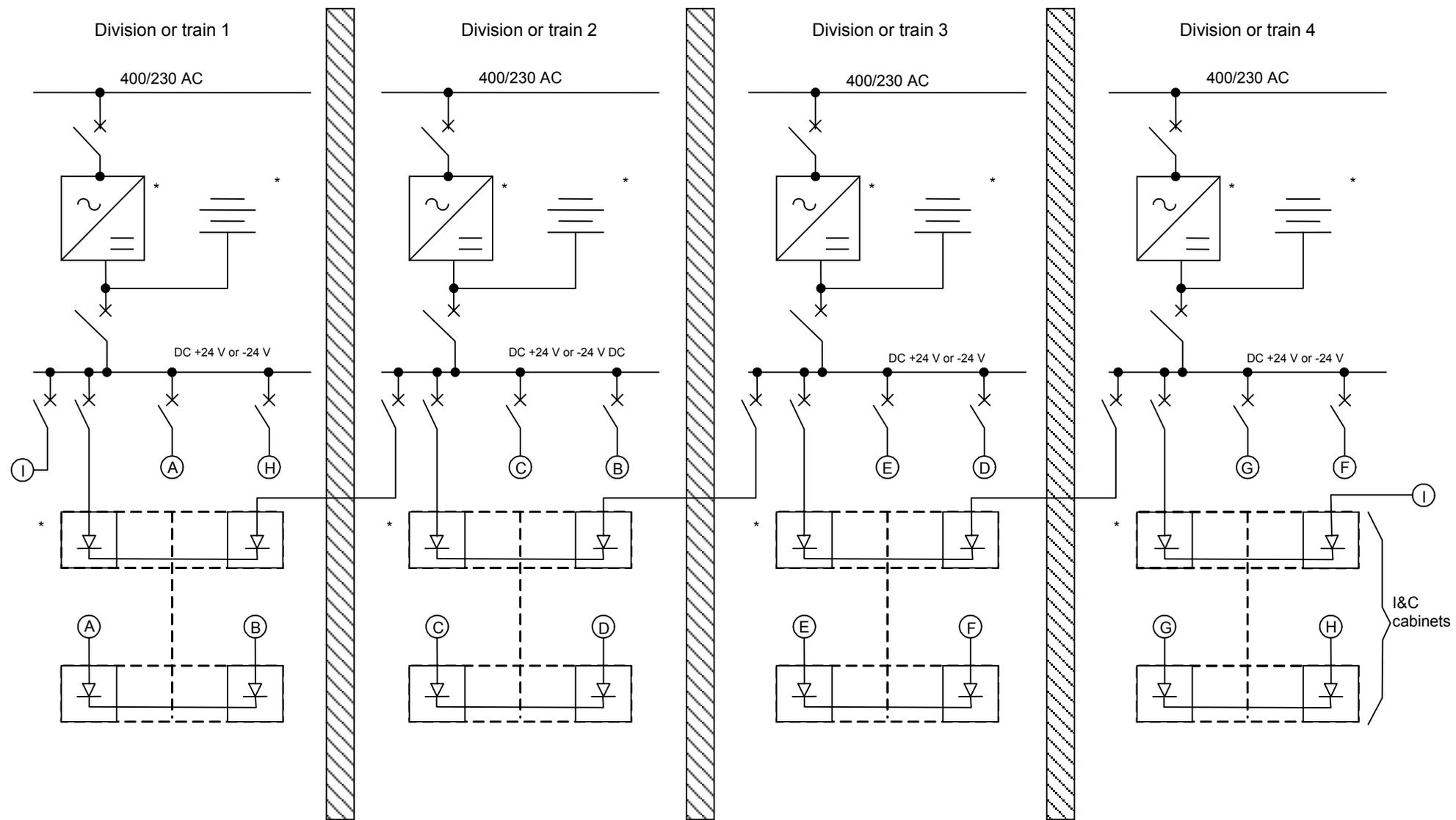
Figure 5 – Example of the I&C non-interruptible a.c. power system



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

IEC 2490/05

Figure 6 – Exemple de système en c.c.



* The example is drawn from a power station which has two systems corresponding to that shown, one operating at +24 V and one at -24 V.

Figure 6 – Example of d.c. system

Annexe A (informative)

Exemples de spécifications

A.1 Exemple 1: Spécifications d'une alimentation en c.a. pour les matériels d'I&C nécessitant une alimentation non interruptible

Pour fournir une alimentation en c.a. non interruptible, le système comprend un chargeur de batterie et une batterie alimentant un onduleur.

NOTE Les tensions, fréquences et tolérances associées fournies ci-dessous le sont à titre d'exemple seulement pour illustrer le propos; ces valeurs peuvent changer suivant les pays.

Sortie onduleur :

- Tension de sortie nominale 115 V ou 230 V monophasé
- Fréquence de sortie nominale 50 Hz (ou 60 Hz si c'est la valeur de la norme nationale)

A.1.1 Caractéristiques de performance courantes

- La forme d'onde de la sortie est synchronisée avec celle de l'alimentation de secours dans le domaine de fréquence nominale ± 1 %. Quand l'alimentation de secours est hors du domaine, l'onduleur fonctionne d'une manière autonome et maintient la fréquence à 1 %.
- Le contenu harmonique total de la forme d'onde de la tension de sortie n'excède pas de 5 % la gamme prévue du courant de charge (qui peut ne pas être sinusoïdale avec des matériels d'I&C).
- L'efficacité de l'onduleur à la charge assignée ne doit pas être inférieure à 75 % pour tout facteur de puissance dans la gamme 0,8 retard à 1,0.
- Pour une charge constante, l'amplitude de crête² de la tension doit être maintenue dans la gamme nominale de +6 % à -10 %.
- La chute d'amplitude de crête dans les jeux de barres quand la charge augmente rapidement de 50 % à une valeur inférieure à 100 % n'excède pas
 - 25 % dans la première demi-période;
 - 20 % dans la seconde demi-période; et
 - 15 % dans la dixième demi-période.
- Quand des fusibles sont utilisés, le courant présumé n'est pas inférieur à 10 fois la valeur assignée du fusible (pour donner des temps d'effacement de défaut ne dépassant pas 0,5 s).
- L'amplitude des impulsions transitoires de l'alimentation ne doit pas dépasser 500 V.
- Chaque onduleur permet d'ajuster sa sortie à ± 5 % du niveau de tension nominale en c.a.
- Chaque onduleur fonctionne dans les températures ambiantes variant de 0 °C to 55 °C avec un taux d'humidité relative variant de 20 % to 95 %. La température normale des locaux est inférieure à 30 °C. On note que la température de 55 °C représente une condition anormale pour laquelle l'onduleur fournit une charge nominale pendant une durée minimale de 40 min.

² L'amplitude de crête est utilisée dans les exemples parce que les matériels d'I&C sont généralement plus affectés par des variations de l'amplitude de crête que par celle de la valeur efficace.

Annex A (informative)

Examples of specifications

A.1 Example 1: Specification for an a.c. power supply for I&C equipment requiring a non-interruptible supply

To provide a non-interruptible a.c. supply, the system includes a battery charger and battery feeding an inverter.

NOTE Voltages, frequencies, and their tolerances given hereafter are for illustration purposes only; these values may vary from country to country.

Inverter output:

- Nominal output voltage 115 V or 230 V single-phase
- Nominal output frequency 50 Hz (or 60 Hz if this is the national standard)

A.1.1 Typical performance characteristics

- The output waveform shall be synchronized with that of the back-up supply over the nominal frequency range ± 1 %. When the back-up supply is outside the range, the inverter shall run autonomously and maintain the frequency within 1 % of nominal.
- The total harmonic content of the output voltage waveform shall not exceed 5 % over the anticipated range of load currents (which may not be sinusoidal with I&C equipment).
- The inverter efficiency at rated load shall not be less than 75 % at any power factor in the range of 0,8 lag to 1,0.
- Under steady-load conditions, the peak amplitude² of voltage shall be maintained in the nominal range of +6 % to –10 %.
- The drop in bus peak-amplitude voltage when the load is suddenly increased by 50 % to less than 100 % shall not exceed
 - 25 % in the first half-cycle;
 - 20 % in the second half-cycle; and
 - 15 % in the 10th half-cycle.
- Where fuses are used, the short-circuit current should not be less than 10 times the fuse rating (to allow for fault clearance times not exceeding 0,5 s).
- The amplitude of supply pulse transients shall not exceed 500 V.
- Each inverter shall have provision for adjusting the output to ± 5 % of the nominal a.c. voltage level.
- Each inverter shall operate in ambient temperatures ranging from 0 °C to 55 °C and relative humidity of 20 % to 95 %. The normal room temperature should be less than 30 °C. Note that a temperature of 55 °C represents an abnormal condition during which the inverter is expected to deliver rated load for a minimum of 40 min.

² Peak amplitude is used in the examples as I&C equipment is generally more affected by deviations in peak amplitude than r.m.s.

- Chaque onduleur à une régulation de tension transitoire de $\pm 10\%$ pour une variation de charge de 100 % avec un temps de prise inférieur à 50 ms.
- Chaque onduleur doit avoir une régulation de tension stabilisée de $\pm 1\%$ pour une variation de charge de 100 % et une variation de tension d'entrée de $+10\% V$ à $-15\% V$ de la tension nominale en courant continu.
- Chaque onduleur doit avoir une stabilité en fréquence de 50 Hz (ou 60 Hz) $\pm 0,5$ Hz.
- Les onduleurs doivent être capables de démarrer des charges inductives, par exemple des moteurs et de l'éclairage de secours.
- Le bruit émis par chaque onduleur ne doit pas dépasser 65 dB à 1 m de l'armoire.
- Chaque onduleur doit avoir un dispositif limiteur de courant pour protéger l'onduleur de la surcharge ou des défauts du système de distribution. L'onduleur doit avoir une capacité de surcharge de 150 % pendant 1 min mais doit s'arrêter automatiquement au bout de 30 s. La limite de courant doit être ajustable entre 100 % et 150 % de la capacité nominale.
- Chaque onduleur doit être immunisé contre les transitoires d'interférences rayonnées ou conduites pour des tensions pouvant atteindre 2,5 kV avec une fréquence de 0,5 MHz.
- Les onduleurs devraient avoir une capacité de coupure supérieure à la valeur la plus importante des fusibles ou des disjoncteurs des alimentations de distribution.
- Le déséquilibre de tension entre phases maximal admissible pour les onduleurs triphasés n'excède pas 3 % de la tension nominale des phases avec des charges déséquilibrées de 100 %.
- Les onduleurs doivent avoir une sensibilité négligeable aux émissions d'interférences des téléphones.
- Chaque onduleur comprend un mode de démarrage lent et une possibilité de retard pour limiter le courant d'appel en c.c. et garantir que le lignage des circuits est complètement effectué avant que les interrupteurs soient autorisés à fonctionner.

A.1.2 Programme facteurs humains

Conformément à la CEI 60964³, un programme facteurs humains doit être pris en compte et mis en œuvre pour la conception d'alimentation non interruptible. Ce programme peut traiter des sujets tels que

- a) l'utilisation des symboles graphiques conventionnels;
- b) code de couleur des indicateurs lumineux;
- c) messages audio-visuels;
- d) instrumentation d'étalonnage et de mesure;
- e) forme des interrupteurs manuels – action et sélection;
- f) standardisations des messages d'alarme;
- g) standardisation des repérages;
- h) étiquettes prévenant du risque lié aux tensions dangereuses;
- i) séparation des tensions dangereuses des basses tensions de commande; et
- j) aide au diagnostique.

3 CEI 60964, *Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance.*

- Each inverter shall have a transient voltage regulation of $\pm 10\%$ for 100 % load change with settling time of not more than 50 ms.
- Each inverter shall have a steady-state voltage regulation of $\pm 1\%$ for 100 % load change and an input voltage variation of $+10\% V$ to $-15\% V$ of the nominal d.c.voltage.
- Each inverter shall have a frequency stability of 50 Hz (or 60 Hz) $\pm 0,5$ Hz.
- The inverter shall be capable of starting induction loads, i.e. motors and emergency lighting loads.
- Acoustic noise emitted from each inverter shall not exceed 65 dB at 1 m from the cabinet.
- Each inverter shall have a current-limiting feature in order to protect the inverter from overloading or faults on the distribution system. The inverter shall have 150 % overload capability for 1 min but set to trip at 30 s. The current limit shall be adjustable between 100 % to 150 % of rated capacity.
- Each inverter shall be immune to radiated and conducted transient interference voltages of up to 2,5 kV, 0,5 MHz decaying sine wave.
- The inverter should have sufficient short-circuit capacity to clear the largest installed distribution feeder fuse or breaker.
- The maximum allowable phase voltage unbalance for three-phase inverters shall not exceed 3 % of the nominal phase voltage with 100 % unbalanced loads
- Each inverter shall have negligible susceptibility to telephone emission interference
- Each inverter shall include soft-start and delay features to limit d.c. inrush currents and assure that the gating circuits are fully established before the power-switching devices are allowed to operate.

A.1.2 Human-factor programme

A human-factor programme plan in accordance with IEC 60964³ shall be considered and implemented in the design of the non-interruptible supply. The plan should include such issues as

- a) using conventional graphical symbols;
- b) colour coding of indicating lights;
- c) audio-visual annunciation;
- d) instrument scale calibration;
- e) shape of hand-switch handles – action and selection;
- f) standardization of alarm messages;
- g) standardization of labelling;
- h) warning labels for hazardous voltages;
- i) separation of hazardous voltages from low control voltages; and
- j) diagnostic aids.

³ IEC 60964, *Design for control rooms of nuclear power plants*.

A.2 Exemple 2: Spécifications pour une alimentation en c.c. pour les matériels d'I&C exigeant une alimentation non interruptible

Les tensions des batteries doivent être choisies pour assurer l'optimisation de la conception du chargeur de batterie, des batteries et du système d'onduleur. La capacité des batteries doit permettre de maintenir la sortie d'onduleur pour une durée de temps supérieure à la plus longue perte d'entrée de c.a. à prendre en compte. L'alimentation en c.c. peut être à la terre ou non.

Pour fournir une alimentation non interruptible, il convient que le système comprenne une batterie et un chargeur de batterie.

NOTE Les tensions, fréquences et tolérances associées fournies ci dessous, le sont à titre d'exemple seulement pour illustrer le propos; ces valeurs changent suivant les pays.

A.2.1 Système en c.c. et batterie

Conception en flottant ou en attente

– Tension nominale	220 V avec 108 cellules ou 110 V avec 54 cellules, etc.
– Tension nominale par cellule (tension de charge flottante ou à régime lent)	2,03 V
– Tension finale de décharge par cellule (chargeur hors service)	1,8 V
– Tension maximum de la batterie (après charge rapide des cellules)	2,7 V/cellule
– Tension de fonctionnement pendant les essais de diodes d'alimentation double	2,05 V/cellule
– Variation statique de la tension dans une gamme de charges pendant une charge flottante	±1 %
– Densité de l'électrolyte à pleine charge	1,22 ± 0,01 kg/l à 20 °C

A.2.2 Chargeur de batterie

– Tension d'entrée	400 V en c.a. nominal ± 10 % triphase (statique)
variation dynamique	+15 % –20 %
– Fréquence	50 Hz (or 60Hz) nominal ± 5 %
variation dynamique	+15 % –10 %
– Tensions de sortie	respectent les tensions de batteries ci-dessus

Si cela est nécessaire en exploitation, le chargeur est capable d'alimenter les charges en c.c. sans que les batteries soient branchées.

– Contrôle dynamique de la tension de sortie dans la gamme	–15 % + 10 %
– Pour des variations de charge par paliers entre	50 % et 100 % du courant assigné
– Temps de correction pour le contrôle de la tension	500 ms
– Ondulation de tension (batterie déconnectée)	2 %
– Système de limitation du courant de sortie limité à	102 %

A.2 Example 2: Specification for d.c. power supply for I&C equipment requiring a non-interruptible supply

The battery voltage shall be chosen to give an optimal design of battery chargers, battery, and inverter system. The battery capacity shall maintain the inverter output for a period of time longer than the longest duration of loss of a.c. input that is to be considered. The d.c. power supply may be an earthed or an unearthed system.

To provide a non-interruptible supply, the system should include a battery and battery charger.

NOTE Voltages and their tolerances given hereafter are for illustration purposes only; these values may vary from system to system, and the type of batteries being selected.

A.2.1 DC system and battery

To be designed for float/standby operation

– Nominal voltage	220 V with 108 cells or 110 V with 54 cells
– Nominal voltage per cell (float or trickle charge voltage)	2,03 V
– Final discharge voltage per cell (chargers not in service)	1,8 V
– Maximum battery voltage after boost charging	2,7 V/cell
– Operating voltage when testing diodes of duplex supply	2,05 V/cell
– Static variation of voltage over load range when on float charge	±1 %
– Electrolyte density fully charged	1,22 ± 0,01 kg/l at 20 °C

A.2.2 Battery charger

– Input voltage	400 V a.c. nominal ± 10 % (static) three-phase
dynamic variation	+15 % –20 %
– Frequency	50 Hz (or 60 Hz) nominal ± 5 %
dynamic variation	+15 % –10 %
– Output voltage	match battery voltages above

If required for operation, the charger shall be able to supply the d.c. loads without the batteries being connected

– Dynamic control of output voltage within range	–15 % +10 %
– For step changes of load between	50 % and 100 % rated current
– Correction time for voltage control	500 ms
– Voltage ripple (battery disconnected)	2 %
– Output current limitation system to limit at	102 %

A.2.3 Caractéristiques de performance courantes

- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit être capable de supporter toutes les charges de sûreté et celles classées non de sûreté.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doivent être capables de fonctionner en parallèle dans toute la gamme de charge lorsque les tensions d'alimentation en c.a. sont déséquilibrées de 10 % et que le décalage angulaire de la phase peut atteindre 10°.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doivent être capables de surmonter les incidents survenant au niveau du système en c.a. y compris les chutes de tension pendant une durée de 2 min pour que le générateur de secours en attente démarre à pleine puissance.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doivent être dimensionnés pour supporter la charge totale connectée respectivement aux divisions en continu et pour recharger les batteries à la capacité requise en 8 h à partir de l'état complètement déchargé.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doivent maintenir la tension flottante des batteries en c.c. à ± 1 %.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir une horloge ajustable pour équilibrer la charge sur une période pouvant aller jusqu'à 72 h.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit pouvoir fonctionner dans une température ambiante variant entre 0 °C et 55 °C et une humidité relative variant de 20 % à 95 %.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit être capable de fonctionner avec une tension d'alimentation d'entrée (en c.a.) de ± 10 % et une fréquence de 50 (ou 60) $\pm 2,5$ Hz.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir un dispositif de régulation de tension stabilisée pour maintenir la tension de sortie à ± 1 % de 0 % à 100 % de la charge nominale.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir un transitoire de réponse en tension de 10 % en excès ou en défaut lorsqu'on leur connecte ou déconnecte 100 % de charge avec un temps de stabilisation inférieur à 50 ms.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit permettre d'ajuster la tension de sortie en c.c. entre -10 % (en c.c.) et $+15$ % (en c.c.).
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir un dispositif de commande manuel de la tension indépendant du circuit de régulation de la tension.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir un dispositif limiteur de courant ajustable ou programmable de 100 % à 150 % de la sortie de courant nominal. Le courant doit être limité à une valeur que la batterie peut absorber en toute sécurité (approximativement la moitié de la sortie nominale du rectifieur). Lorsqu'un rectifieur tombe en panne, les autres doivent être capables de fournir le courant de sortie assigné, par réajustement manuel du limiteur de courant des rectifieurs.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir une ondulation de la tension de sortie qui est inférieure à 1 % sur toute la gamme de fonctionnement lorsqu'il est branché à la batterie.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit avoir une efficacité supérieure à 90 % à pleine charge.
- Le bruit émis par chaque rectifieur/chargeur de batterie ne doit pas dépasser 65 dBA à 1 m de l'armoire.
- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit être immunisé contre les transitoires d'interférences rayonnées ou conduites pour des tensions pouvant atteindre 2,5 kV avec une fréquence de 50 kHz à 2 000 kHz.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doit avoir une sensibilité négligeable aux émissions d'interférences des téléphones.

A.2.3 Typical performance characteristics

- Each rectifier/battery charger shall be capable of carrying all safety loads and designated non-safety loads.
- The rectifiers/battery chargers shall be capable of operating in parallel over the full loading range when the a.c. supply voltages are 10 % unbalanced and at a variable phase angle up to 10°.
- The rectifiers/battery chargers shall be capable of riding through a.c. system disturbances including reduction in voltage for up to 2 min when the emergency/standby generator assumes full power.
- The rectifiers/battery chargers shall be sized to carry the maximum total load connected to the respective divisions continuously and to recharge the battery to required capacity within 8 h from the fully discharged state.
- The rectifiers/battery chargers shall maintain the battery float voltage (d.c.) within ± 1 %.
- Each rectifier/battery charger shall have an adjustable timer for setting the equalize charge for a period of up to 72 h.
- Each rectifier/battery charger shall operate in ambient temperatures ranging from 0 °C to 55 °C and relative humidity from 20 % to 95 %.
- Each rectifier/battery charger shall be capable of operating with an input supply voltage (a.c.) of ± 10 % and 50 (or 60) $\pm 2,5$ Hz.
- Each rectifier/battery charger shall have a steady-state voltage regulation feature to maintain the output voltage to ± 1 % for 0 % to 100 % of rated load.
- Each rectifier/battery charger shall have voltage transient response of 10 % overshoot or undershoot when rejecting or picking up 100 % load with a total settling time of not more than 50 ms.
- Each rectifier/battery charger shall have provision for adjusting the output d.c. voltage between -10 % (d.c.) to $+15$ % (d.c.).
- Each rectifier/battery charger shall have a manual voltage control feature that is independent of the automatic voltage regulating circuit.
- Each rectifier/battery charger shall have a current-limiting feature that is adjustable or programmable from 100 % to 150 % of rated output current. The current shall be limited to a value that the battery can safely absorb (approximately half of the rated rectifier output). If one rectifier should fail, the other shall be capable of providing the full rated output current, by manual adjustment of the rectifier current limit.
- Each rectifier/battery charger shall have an output voltage ripple no greater than 1 % r.m.s. over the full operating range while connected to the battery.
- Each rectifier/battery charger shall have an efficiency not less than 90 % at full load.
- Acoustic noise emitted from each rectifier/battery charger shall not exceed 65 dBA at 1 m from the cabinet.
- Each rectifier/battery charger shall be immune to radiated and conducted transient interference voltages of up to 2,5 kV, 50 kHz to 2 000 kHz decaying sine wave.
- Each rectifier/battery charger shall have negligible susceptibility to telephone emission interference.

- Chaque rectifieur/chargeur de batterie doit être conçu pour limiter le retour de courant d'harmonique à la source de puissance en c.a. à moins de 10 % à charge et tension nominales. Il convient d'étudier l'utilisation d'un filtre harmonique d'entrée ou d'une configuration à 12 impulsions pour atteindre les niveaux spécifiés de distorsion harmonique.
- Les rectifieurs/chargeurs de batterie doivent être protégés contre les décharges de batteries dans les rectifieurs en cas de défaillance de la puissance en c.a., avec une reprise automatique au taux de charge pré-régulé lors du retour de la puissance en c.a..

A.3 Exemple 3: Spécifications destinées aux alimentations en c.c. avec convertisseurs c.c./c.c. pour les matériels d'I&C

NOTE Les tensions, fréquences et tolérances associées fournies ci-dessous le sont à titre d'exemple seulement pour illustrer le propos; ces valeurs changent suivant les systèmes.

A.3.1 Distribution 24 V ou sortie convertisseur c.c./c.c.

- | | |
|---|--------------|
| – Tension nominale | 26 V |
| – Plage de point de réglage de la tension de sortie | 26 V to 29 V |
| – Variation | 26 V ± 1 % |
| – Ondulation de la tension | ≤5 % |

Caractéristiques de charge

- | | |
|---|--|
| – Courant nominal de sortie de chaque convertisseur | 65 A (ou dépendant du taux du convertisseur) |
| – Limiteur de courant | 102 % |
| – Commande dynamique de la tension de sortie | ≤5 % |

Des écarts de tension causés soit par des variations de charge par paliers de 10 % à 90 % ou réduite à 10 % de la valeur du courant assigné, soit par des fluctuations dynamiques de la tension d'entrée, ne doivent pas provoquer de déclenchement du convertisseur.

- | | |
|--|---------|
| – Temps de réponse de tension de commande | ≤0,05 s |
| – Preuve du court circuit | Requise |
| – Fonctionnement en parallèle de certains convertisseurs c.c./c.c. | Requise |

Données d'entrée des convertisseurs c.c./c.c.

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| – Tension nominale | 220 V |
| – Gamme de tension d'entrée | 176 V à 275 V |
| – Ondulation de la tension | ≤10 % |
| – Courant d'appel | ≤2,5 fois le courant assigné |

A.3.2 Caractéristiques

Les convertisseurs ont les caractéristiques courantes suivantes.

- Chaque convertisseur doit avoir une capacité nominale garantie en kW à la tension de sortie nominale (en c.c.)
- Chaque convertisseur doit permettre d'ajuster le niveau de tension de sortie entre 100 % et 120 % de la tension nominale en c.c. Cet ajustement doit servir à délivrer la tension requise aux bornes des charges, prenant en compte la chute de tension dans les câbles.

- Each rectifier/battery charger shall be designed to limit the harmonic currents fed back to the a.c. power source to less than 10 % at nominal input voltage and load. Use of input harmonic filter or 12-pulse configuration to achieve the specified levels of harmonic distortion should be considered.
- The rectifier/battery charger shall have protection against battery discharge into the rectifier in the event of a.c. power failure, with automatic resumption of preset charging rate when a.c. power is restored.

A.3 Example 3: Specification for d.c. power supply with d.c./d.c. converters for I&C equipment

NOTE Voltages and their tolerances given hereafter are for illustration purposes only; these values may vary from system to system.

A.3.1 24 V distribution or d.c./d.c. converter output

- | | |
|---|----------------|
| – Nominal voltage | 26 V |
| – Set-point range of the output voltage | 26 V to 29 V |
| – Variation | 26 V \pm 1 % |
| – Voltage ripple | \leq 5 % |

Load characteristics

- | | |
|--|--------------------------------------|
| – Rated output current of each converter | 65 A (or converter rating dependent) |
| – Current limiter | 102 % |
| – Dynamic control of the output voltage | \leq 5 % |

Voltage deviation, either caused by step-load changes from 10 % up to 90 % or down to 10 % rated current or by dynamic input voltage deviations, shall not lead to tripping of the converter.

- | | |
|--|---------------|
| – Response time for voltage control | \leq 0,05 s |
| – Short-circuit proof | Required |
| – Parallel operation of several d.c./d.c. converters | Required |

Input data of the d.c./d.c. converters

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| – Nominal voltage | 220 V |
| – Input voltage range | 176 V to 275 V |
| – Voltage ripple | \leq 10 % |
| – Inrush current | \leq 2,5 times rated current |

A.3.2 Characteristics

The converters shall have the following typical characteristics.

- Each converter shall have a guaranteed rating in kW at the nominal output voltage (d.c.).
- Each converter shall have provision for adjusting the output from 100 % to 120 % of the nominal d.c. voltage. This adjustment shall be set to provide the required voltage at the terminals of the loads, accommodating for the voltage drops in cables.

- Les convertisseurs doivent fonctionner avec des températures ambiantes allant de 0 °C à 55 °C et un taux d'humidité relative variant de 20 % à 95 %. Il convient que la température normale du local soit inférieure à 30 °C. Il convient de noter que la température de 55 °C représente une condition anormale pour laquelle le convertisseur est supposé pouvoir assurer la charge nominale pendant une durée de 40 min.
- Chaque convertisseur doit être capable de fonctionner à un niveau de sortie nominal avec une tension d'entrée pouvant varier entre –25 % V (en c.c.) et +12 % V (en c.c.).
- Chaque convertisseur doit posséder une régulation de tension transitoire de ± 5 % du niveau nominal lors que l'on connecte ou déconnecte 100 % des charges avec un temps de stabilisation inférieur à 50 ms.
- Chaque convertisseur doit posséder une régulation de tension stabilisée à ± 1 % du niveau nominal de l'état vide à la pleine charge.
- Le bruit émis par chaque convertisseur ne doit pas dépasser 65 dBA à 1 m de l'armoire.
- Chaque convertisseur doit avoir un dispositif limiteur de courant pour le protéger des défauts survenant sur le système de distribution électrique. Le limiteur de courant est ajustable entre 100 % et 125 % de la capacité nominale.
- L'ondulation de la tension de sortie de chaque convertisseur ne doit pas excéder 1 % r.m.s. de la tension nominale de sortie à la charge assignée. Il convient d'installer en sortie de chaque convertisseur des filtres capacitifs pour assurer un faible contenu d'ondulations et une réserve d'énergie importante pour fondre les fusibles du système de distribution en cas de défaut.
- Chaque convertisseur doit être immunisé contre les transitoires d'interférences de 2,5 kV, dont la fréquence varie de 50 kHz à 2 000 kHz.
- Les convertisseurs doivent fournir et maintenir la puissance pour toutes les charges en toutes conditions normales et incidentelles stabilisées.
- Le système de distribution en c.c. doit être un système sans terre. Le système doit être capable de fonctionner en présence d'un défaut unique. Les défauts de terre doivent être signalés immédiatement par des alarmes.
- Les convertisseurs doivent avoir une sensibilité négligeable aux émissions d'interférences des téléphones.
- La taille du conducteur des câbles principaux entre les convertisseurs et les armoires de distribution doit être sélectionnée pour que la chute de tension dans chaque câble soit inférieure à 5 %.
- La taille du câblage pour chaque circuit fusible doit être sélectionnée pour limiter la chute de tension à 5 % (chute de tension = $2 \times$ courant de charge \times résistance du câble/m \times distance en m).
- Le convertisseur doit être capable de s'arrêter automatiquement en cas de tension d'entrée basse, de limitation du courant pendant 30 s ou de surtension pendant 10 s. Il doit s'arrêter sur activation manuelle de l'interrupteur d'arrêt d'urgence. Tout arrêt provoque une manœuvre d'urgence des disjoncteurs d'entrée et de sortie par un shunt d'arrêt en cas de défaut.
- Il convient que le démarrage d'un convertisseur soit inhibé lorsque le disjoncteur de sortie est fermé.
- La conception du convertisseur permet de mesurer la tension de sortie de façon déportée sur le système de distribution lorsque le disjoncteur de sortie est fermé et localement lorsque le disjoncteur de sortie est ouvert.

- Each converter shall operate in ambient temperatures ranging from 0 °C to 55 °C and relative humidity from 20 % to 95 %. The normal room temperature should be less than 30 °C. It should be noted that a temperature of 55 °C represents an abnormal condition during which the converter is expected to deliver the rated load for a minimum of 40 min.
 - Each converter shall be capable of operating at rated output with a d.c. input voltage ranging between –25 % V (d.c.) and +12 % V (d.c.).
 - Each converter shall have a transient voltage regulation of ± 5 % of the nominal level on 100 % load acceptance and rejection with a settling time of not more than 50 ms.
 - Each converter shall have a steady-state voltage regulation of ± 1 % of the nominal level from no load to full load.
 - Acoustic noise emitted from each converter shall not exceed 65 dBA at 1 m from the cabinet.
 - Each converter shall have a current-limiting feature in order to protect the converter from faults on the distribution system. The current limit shall be adjustable between 100 % to 125 % of rated capacity.
 - The ripple output voltage of each converter shall not exceed 1 % r.m.s. of the nominal output voltage at rated load. Filter capacitors should be provided at the output of each converter to ensure low ripple content and high-energy storage to blow the distribution fuses under fault conditions.
 - The transient immunity of each converter shall be at 2,5 kV, 50 kHz to 2 000 kHz decaying sine wave.
 - The converters shall provide and maintain power to all the loads under normal and abnormal steady-state conditions.
 - The d.c. distribution system shall be an unearthed system. The system shall be capable of operating with a single fault. Ground faults shall be indicated immediately through alarms.
 - Each converter shall have negligible susceptibility to telephone emission interference.
 - The conductor size of the trunk cable between converters and distribution panels shall be selected to limit a maximum of 5 % voltage drop for each trunk cable.
 - The size of the wiring for each fused branch circuit shall be selected to limit a maximum of 5 % total voltage drop (voltage drop = $2 \times$ load current \times cable resistance/m \times distance in m).
 - The converter shall be capable of shutting down automatically on low input voltage, current limit for 30 s, or high voltage for 10 s. It shall shut down manually upon activation of the emergency stop button. Any shutdown shall trip the input and output breakers via shunt trips upon fault conditions.
 - The start-up of a converter should be inhibited if the output breaker is initially closed.
 - The converter should be designed in such a way that the output voltage is sensed remotely at the distribution bus when the output breaker is closed and locally when the output breaker is open.
-

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-8390-3



9 782831 883908

ICS 27.120.20
