

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 439

Première édition — First edition

1973

Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine

Factory-built assemblies of low-voltage switchgear and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 439

Première édition — First edition

1973

Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine

Factory-built assemblies of low voltage switchgear and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
2. Définitions	6
2.1 Définitions générales	6
2.2 Définitions concernant les unités de construction des EMU	8
2.3 Définitions concernant la présentation extérieure des EMU	10
2.4 Définitions relatives aux éléments de construction des EMU	12
2.5 Définitions relatives aux conditions d'installation des EMU	14
2.6 Définitions concernant les mesures de protection relatives aux chocs électriques	14
2.7 Passages à l'intérieur d'un EMU	16
3. Classification des EMU	16
4. Caractéristiques électriques des EMU	18
4.1 Tensions nominales	18
4.2 Courant nominal	18
4.3 Courant nominal de courte durée admissible	18
4.4 Courant nominal de crête admissible	18
4.5 Courant de court-circuit conditionnel nominal	18
4.6 Facteur nominal de diversité	20
4.7 Fréquence nominale	20
5. Renseignements à donner sur l'EMU	20
5.1 Plaques signalétiques	20
5.2 Repérage	22
5.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien	22
6. Conditions d'emploi	22
6.1 Conditions usuelles d'emploi	22
6.2 Conditions spéciales d'emploi	24
6.3 Conditions pendant le transport, le stockage et le montage sur place	26
7. Caractéristiques constructives	26
7.1 Caractéristiques mécaniques	26
7.2 Enveloppe et degré de protection	28
7.3 Echauffement	30
7.4 Mesures de protection concernant les chocs électriques	32
7.5 Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits	46
7.6 Constituants installés dans les EMU	52
7.7 Séparations à l'intérieur d'un EMU au moyen d'écrans ou de cloisons	58
7.8 Liaisons électriques à l'intérieur d'un EMU: Barres et conducteurs isolés	58
8. Prescriptions concernant les essais	60
8.1 Classification des essais	60
8.2 Essais de type	62
8.3 Essais individuels	78
ANNEXE A—Valeurs minimales et maximales de la section des conducteurs de cuivre convenant au raccordement	82
ANNEXE B—Méthode pour calculer la section des conducteurs de protection sous l'aspect des contraintes thermiques causées par les courants de courte durée	84
ANNEXE C—Croquis explicatifs	87

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clauses	
1. General	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2. Definitions	7
2.1 General definitions	7
2.2 Definitions concerning constructional units of FBAs	9
2.3 Definitions concerning the external design of FBAs	11
2.4 Definitions concerning the structural parts of FBAs	13
2.5 Definitions concerning the conditions of installation of FBAs	15
2.6 Definitions concerning protective measures with regard to electric shock	15
2.7 Gangways within FBAs	17
3. Classification of FBAs	17
4. Electrical characteristics of FBAs	19
4.1 Rated voltages	19
4.2 Rated current	19
4.3 Rated short-time withstand current	19
4.4 Rated peak withstand current	19
4.5 Rated conditional short-circuit current	19
4.6 Rated diversity factor	21
4.7 Rated frequency	21
5. Information to be given regarding the FBA	21
5.1 Nameplates	21
5.2 Markings	23
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	23
6. Service conditions	23
6.1 Normal service conditions	23
6.2 Special service conditions	25
6.3 Conditions during transport, storage and erection	27
7. Design and construction	27
7.1 Mechanical design	27
7.2 Enclosure and degree of protection	29
7.3 Temperature rise	31
7.4 Protective measures with regard to electric shock	33
7.5 Short-circuit protection and short-circuit strength	47
7.6 Components installed in FBAs	53
7.7 Internal separation of FBAs by barriers or partitions	59
7.8 Electrical connections inside an FBA: Bars and insulated conductors	59
8. Test specifications	61
8.1 Classification of tests	61
8.2 Type tests	63
8.3 Routine tests	79
APPENDIX A—Minimum and maximum cross-sections of copper conductors suitable for connection	83
APPENDIX B—Method of calculating the cross-section area of protective conductors with regard to thermal stresses due to currents of short duration	85
APPENDIX C—Schematic diagrams	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION MONTÉS EN USINE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 17D: Ensembles d'appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes N° 17: Appareillage.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Londres (1969), à Washington (1970) et à Bruxelles (1971). A la suite de cette dernière réunion, un projet révisé, document 17D(Bureau Central)4, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1972.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d.)	Japon
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Portugal
Finlande	Royaume-Uni
France	Suède
Israël	Suisse
Italie	Turquie

Pour le paragraphe 7.4. Mesures de protection concernant les chocs électriques, on s'est efforcé d'arriver à un accord aussi complet que possible avec les règles établies par le CE 64, Installations électriques des bâtiments, puisque les mesures de protection à prévoir pour un ensemble monté en usine ne sauraient être considérées indépendamment des mesures de protection prises dans l'installation dont l'ensemble monté en usine fait partie. Quelques-unes des mesures de protection n'ayant pas été suffisamment élaborées par le CE 64, les paragraphes correspondants ont été laissés disponibles par le Sous-Comité qui se propose de les fixer ultérieurement.

Des considérations similaires s'appliquent aux dimensions des passages à l'intérieur d'un ensemble monté en usine. Le SC 17D ne tenait pas à dresser à lui seul des recommandations relatives à ces dimensions, puisque rien n'oblige à les différencier de celles qui se rencontrent dans les installations générales. Il est espéré que les discussions qui auront lieu à ce sujet au sein de la CEI aboutiront à une proposition qui convienne également aux ensembles montés en usine. Un vaste accord à l'échelle internationale faciliterait le rapprochement des différentes règles nationales ayant un caractère plus ou moins légal dans les différents pays.

Certains points spécifiques relatifs aux ensembles montés en usine font actuellement l'objet de discussions au sein de plusieurs Groupes de Travail; les résultats en seront ultérieurement introduits dans la présente recommandation.

De plus, il est prévu de compléter la présente recommandation par des prescriptions relatives aux canalisations préfabriquées.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FACTORY-BUILT ASSEMBLIES OF LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR
AND CONTROLGEAR**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 17D, Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies, of Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

Drafts were discussed at meetings held in London (1969), Washington (1970) and Brussels (1971). As a result of this latter meeting, a revised draft document, 17D(Central Office)4, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Denmark	Poland
Finland	Portugal
France	South Africa (Republic of)
Germany	Sweden
Israel	Switzerland
Italy	Turkey
Japan	United Kingdom

As regards Sub-clause 7.4, Protective measures with regard to electric shock, the objective has been a far-reaching accordance with the rules of TC 64, Electrical Installations of Buildings. The reason is that protective measures applied in an FBA cannot be regarded independently of the protective measures applied to the whole installation, of which the FBA forms part. Considering that certain protective measures had not been sufficiently elaborated by TC 64, the Sub-Committee has left under consideration some items which will be implemented in due course.

Similar reasons are valid for gangway dimensions inside factory-built assemblies. SC 17D did not want to prepare a recommendation for such dimensions on its own as there is no reason to deal with these dimensions differently from those occurring in general installations. It is hoped that the relevant discussions within the IEC will result in a proposal that is also acceptable for the purposes of factory-built assemblies. A broad international agreement on this matter would facilitate the alignment of the various national rules which in some countries have a more or less legal character.

Certain specific items concerning factory-built assemblies are at present under consideration in several Working Groups and will be added to this recommendation later on.

Further, it is intended to supplement this recommendation by requirements for busbar trunking systems.

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION MONTÉS EN USINE

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation s'applique aux ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif à des fréquences ne dépassant pas 1 000 Hz* ou 1 200 V en courant continu. Elle s'applique aux ensembles montés en usine fixes ou mobiles, avec ou sans enveloppes.

Note. — Des prescriptions complémentaires pour les canalisations préfabriquées feront l'objet d'une recommandation supplémentaire.

La présente recommandation s'applique aussi aux ensembles montés en usine conçus pour être utilisés dans des conditions de service spéciales, par exemple dans des navires, dans des véhicules sur rails, pour les équipements de levage, ou en atmosphère explosive et pour les applications domestiques pourvu que les conditions supplémentaires applicables soient respectées.

Les dispositifs individuels et les appareils indépendants, tels que démarreurs de moteurs, interrupteurs fusibles, matériel électronique, etc., doivent être conformes aux recommandations les concernant et ne sont pas à cet égard couverts par la présente recommandation.

1.2 *Objet*

L'objet de la présente recommandation est de formuler les définitions et les conditions de service, de construction, les caractéristiques techniques et les essais pour ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine.

2. Définitions

Les définitions suivantes sont applicables pour les besoins de cette recommandation.

2.1 *Définitions générales*

2.1.1 *Ensemble d'appareillage à basse tension*

Combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec équipements associés de commande, de mesure, de protection et de régulation, complètement assemblés avec toutes leurs liaisons internes électriques et mécaniques, et leurs éléments de construction (voir paragraphe 2.4).

2.1.2 *Ensemble d'appareillage à basse tension monté en usine (EMU)*

Ensemble, construit et monté sous la responsabilité du constructeur et conforme à un type ou à un système établi sans s'en écarter d'une manière qui influencerait notablement toutes les performances de l'ensemble type qui a été vérifié conforme à la présente recommandation.

Notes 1. — Dans tout le reste de la présente recommandation, l'expression «ensemble d'appareillage à basse tension monté en usine» est abrégée en «EMU».

2. — Pour diverses raisons, par exemple transport ou production, certaines opérations d'assemblage peuvent être faites en dehors de l'usine du constructeur de l'ensemble monté en usine. De tels ensembles sont considérés comme montés en usine pourvu que le montage soit réalisé selon les instructions du constructeur de manière telle que la conformité à la présente recommandation soit assurée, y compris l'exécution des essais individuels prévus.

* *Note.* — Pour des fréquences plus élevées, des considérations spéciales peuvent être nécessaires.

FACTORY-BUILT ASSEMBLIES OF LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

1. General

1.1 Scope

This recommendation applies to factory-built assemblies of low-voltage (LV) switchgear and controlgear the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. at frequencies not exceeding 1 000 Hz*, or 1 200 V d.c. It applies to stationary or movable factory-built assemblies with or without enclosures.

Note. — Additional requirements for busbar trunking systems will be given in a supplementary recommendation.

This recommendation also applies to factory-built assemblies designed for use under special service conditions, e.g. in ships, in rail vehicles, for hoisting equipment, or in explosive atmospheres, and for domestic (household) applications, provided that the relevant additional requirements are complied with.

Individual devices and self-contained components, such as motor starters, fuse-switches, electronic equipment, etc., shall comply with the relevant recommendations and are in this respect not covered by this recommendation.

1.2 Object

The object of this recommendation is to lay down the definitions and to state the service conditions, conditions for construction, technical characteristics and tests for factory-built assemblies of low-voltage switchgear and controlgear.

2. Definitions

For the purpose of this recommendation, the following definitions apply.

2.1 General definitions

2.1.1 Assembly of LV switchgear and controlgear

A combination of one or more LV switching devices together with associated control, measuring, protective and regulating equipment, completely assembled with all the internal electrical and mechanical interconnections and structural parts (see Sub-clause 2.4).

2.1.2 Factory-built assembly of LV switchgear and controlgear (FBA)

An assembly, built and assembled under the responsibility of the manufacturer, and conforming to an established type or system without deviations likely to significantly influence the performance, from the typical assembly verified to be in accordance with this recommendation.

Notes 1. — Throughout this recommendation, the abbreviation FBA is used for factory-built assembly of LV switchgear and controlgear.

2. — For various reasons, e.g. transport or production, certain steps of assembly may be made in a place outside the factory of the manufacturer of the factory-built assembly. Such assemblies are considered as factory-built provided the assembly is performed in accordance with the manufacturer's instructions, in such a manner that compliance with this recommendation is assured, including submission to applicable routine tests.

* *Note.* — For higher frequencies, special considerations may be necessary.

2.1.3 *Circuit principal (d'un ensemble)*

Toutes les pièces conductrices d'un ensemble (appareils, conducteurs, etc.) compris dans un circuit qui est destiné à transporter l'énergie électrique principale.

2.1.4 *Circuit auxiliaire (d'un ensemble)*

Toutes les pièces conductrices d'un ensemble compris dans un circuit qui est destiné à la commande, la mesure, la signalisation, la régulation, etc.

Note. — Les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion sont inclus dans les circuits auxiliaires d'un ensemble.

2.1.5 *Unité fonctionnelle*

Groupement de tous les éléments compris dans les circuits principaux et dans les circuits auxiliaires d'un EMU, qui concourent à l'accomplissement de la même fonction.

2.1.6 *Unité d'arrivée*

Unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à l'EMU.

2.1.7 *Unité de départ*

Unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à un ou plusieurs circuits de départ.

2.1.8 *Groupe fonctionnel*

Groupement de plusieurs unités fonctionnelles qui sont interconnectées électriquement pour l'accomplissement de leurs fonctions.

2.1.9 *Condition d'essai*

Etat d'un EMU ou d'une partie de celui-ci dans lequel une distance de sectionnement est établie dans les circuits principaux correspondants et dans lequel les circuits auxiliaires concernés sont connectés, ce qui permet d'effectuer les essais de fonctionnement des dispositifs incorporés.

2.2 *Définitions concernant les unités de construction des EMU*

2.2.1 *Colonne (voir figure 4)*

Unité de construction d'un EMU entre deux séparations verticales successives.

2.2.2 *Élément de colonne*

Unité de construction d'un EMU entre deux séparations horizontales successives à l'intérieur d'une colonne.

2.2.3 *Compartiment*

Colonne ou élément de colonne fermée à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions, à la commande ou à la ventilation.

2.2.4 *Colonne ou élément de colonne sous écran*

Colonne ou élément de colonne muni d'écrans prévus et disposés pour protéger contre un contact accidentel avec l'équipement voisin lors de la manipulation d'éléments dans la colonne ou l'élément de colonne.

2.2.5 *Unité de transport*

Partie d'EMU ou EMU complet pouvant être transporté(e) sans être démonté(e).

2.1.3 *Main circuit (of an assembly)*

All the conducting parts of an assembly (apparatus, conductors, etc.) included in a circuit which is intended for carrying main electrical energy.

2.1.4 *Auxiliary circuit (of an assembly)*

All the conducting parts of an assembly included in a circuit which is intended to control, measure, signal, regulate, etc.

Note. — Control and auxiliary circuits of switching devices are included in the auxiliary circuits of an assembly.

2.1.5 *Functional unit*

An assembly comprising all the elements in the main circuits and auxiliary circuits of an FBA that contribute to the fulfilment of the same function.

2.1.6 *Incoming unit*

A functional unit through which electrical energy is normally fed into the FBA.

2.1.7 *Outgoing unit*

A functional unit through which electrical energy is normally supplied to one or more outgoing circuits.

2.1.8 *Functional group*

A group of several functional units which are electrically interconnected for the fulfilment of their operational functions.

2.1.9 *Test situation*

A condition of an FBA or part of it in which an isolating distance is established in the relevant main circuits whilst the associated auxiliary circuits are connected, allowing tests of the operation of incorporated devices.

2.2 *Definitions concerning constructional units of FBAs*

2.2.1 *Section (see Figure 4)*

A constructional unit of an FBA between two successive vertical delineations.

2.2.2 *Sub-section*

A constructional unit of an FBA between two successive horizontal delineations within a section.

2.2.3 *Compartment*

A section or sub-section enclosed except for openings necessary for interconnection, control or ventilation.

2.2.4 *Barriered section or sub-section*

A section or sub-section fitted with barriers designed and arranged to protect against accidental contact with adjacent equipment when handling the elements in the section or sub-section.

2.2.5 *Transport unit*

A part of an FBA or a complete FBA suitable for shipping without being dismantled.

2.2.6 *Partie fixe (voir figure 9)*

Partie constituée d'éléments assemblés et raccordés entre eux sur un support commun et qui est destinée à être fixée à demeure (voir paragraphe 7.6.3).

2.2.7 *Partie amovible*

Partie qui peut être enlevée entièrement de l'EMU et remise en place, même quand le circuit principal est sous tension.

2.2.8 *Partie débrochable (voir figure 10)*

Partie amovible qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'EMU, peut être déplacée jusqu'à une position dans laquelle est établie une distance de sectionnement (voir paragraphe 7.1.2.2).

Note. — Cette distance de sectionnement peut concerner soit les circuits principaux seulement (voir paragraphe 2.2.10), soit les circuits principaux et les circuits auxiliaires (voir paragraphe 2.2.11).

2.2.9 *Position raccordée*

Position d'une partie amovible quand elle est entièrement raccordée pour la fonction pour laquelle elle est normalement conçue.

2.2.10 *Position d'essai*

Position d'une partie débrochable, dans laquelle une distance de sectionnement (voir paragraphe 7.1.2.2) est établie dans les circuits principaux correspondants et dans laquelle les circuits auxiliaires sont raccordés, ce qui permet d'effectuer des essais de fonctionnement de la partie débrochable, cette partie demeurant mécaniquement reliée à l'EMU.

2.2.11 *Position de sectionnement*

Position d'une partie débrochable, dans laquelle une distance de sectionnement (voir paragraphe 7.1.2.2) est établie dans les circuits principaux et auxiliaires, la partie débrochable demeurant mécaniquement reliée à l'EMU.

2.2.12 *Position retirée*

Position d'une partie amovible quand elle est retirée en dehors et mécaniquement séparée de l'EMU.

2.3 *Définitions concernant la présentation extérieure des EMU*

2.3.1 *EMU ouvert (voir figure 1)*

EMU consistant en un châssis qui supporte l'équipement électrique, les parties actives de l'équipement électrique étant accessibles.

2.3.2 *EMU ouvert à protection frontale (voir figure 2)*

EMU ouvert comportant une face avant qui assure une protection contre les contacts avec les parties actives. Des parties actives peuvent être accessibles sur les autres faces.

2.3.3 *EMU clos*

EMU comportant une paroi sur toutes les faces sauf éventuellement sur la surface de montage, de façon à assurer un degré de protection au moins égal à IP 20.

2.3.4 *EMU en armoire (voir figure 3)*

EMU clos reposant en principe sur le sol, qui peut comprendre plusieurs colonnes, éléments de colonnes ou compartiments.

2.2.6 *Fixed part (see Figure 9)*

A part consisting of components assembled and wired on a common support and which is designed for fixed installation (see Sub-clause 7.6.3).

2.2.7 *Removable part*

A part which may be removed entirely from the FBA and replaced even though the main circuit is live.

2.2.8 *Withdrawable part (see Figure 10)*

A removable part which can be moved to a position where an isolating distance (see Sub-clause 7.1.2.2) is established, whilst remaining mechanically attached to the FBA.

Note. — This isolating distance may relate either to the main circuits only (see Sub-clause 2.2.10), or to the main circuits and the auxiliary circuits (see Sub-clause 2.2.11).

2.2.9 *Connected position*

The position of a removable part when it is fully connected for its normally intended function.

2.2.10 *Test position*

A position of a withdrawable part in which an isolating distance (see Sub-clause 7.1.2.2) is established in the relevant circuits and in which the auxiliary circuits are connected, allowing tests of the operation of the withdrawable part, that part remaining mechanically attached to the FBA.

2.2.11 *Disconnected position (isolated position)*

A position of a withdrawable part in which an isolating distance (see Sub-clause 7.1.2.2) is established in main and auxiliary circuits, the withdrawable part remaining mechanically attached to the FBA.

2.2.12 *Removed position*

The position of a removable part when it is outside and mechanically separated from the FBA.

2.3 *Definitions concerning the external design of FBAs*

2.3.1 *Open-type FBA (see Figure 1)*

An FBA consisting of a supporting structure which supports the electrical equipment, the live parts of the electrical equipment being accessible.

2.3.2 *Dead-front FBA (see Figure 2)*

An open-type FBA with a front covering which ensures protection against contact with live parts from the front. Live parts may be accessible from the other sides.

2.3.3 *Enclosed FBA*

An FBA which is enclosed on all sides—with the possible exception of its mounting surface—in such a manner as to provide a degree of protection of at least IP 20.

2.3.4 *Cubicle-type FBA (see Figure 3)*

An enclosed FBA principally of the floor-standing type which may comprise several sections, sub-sections or compartments.

- 2.3.5 *EMU en armoires multiples (voir figure 4)*
Combinaison d'armoires rigidement assujetties entre elles.
- 2.3.6 *EMU en pupitre (voir figure 5)*
EMU clos présentant une table de commande horizontale ou inclinée ou une combinaison des deux, et équipée d'appareils de commande, de mesure, de signalisation, etc.
- 2.3.7 *EMU en coffret (voir figure 6)*
EMU clos, prévu en principe pour être monté sur un plan vertical.
- 2.3.8 *EMU en coffrets multiples (voir figure 6)*
Combinaison de coffrets reliés mécaniquement entre eux, avec ou sans charpente commune, les liaisons électriques entre deux coffrets voisins passant par des ouvertures aménagées sur les faces qui leur sont communes.
- 2.3.9 *Canalisations préfabriquées (voir figure 7)*
EMU sous la forme d'un réseau conducteur comprenant, dans un conduit, une gaine ou une enveloppe, un ou des jeux de barres séparés et supportés par des matériaux isolants; cet EMU est constitué d'éléments qui peuvent ou non comporter des dispositifs de dérivation et des appareils.
- 2.4 *Définitions relatives aux éléments de construction des EMU*
- 2.4.1 *Châssis (voir figure 1)*
Structure formant une partie d'un EMU et prévue pour supporter diverses parties de l'ensemble et, le cas échéant, une enveloppe.
- 2.4.2 *Charpente (voir figure 8)*
Structure ne faisant pas partie d'un EMU, prévue pour supporter un EMU clos.
- 2.4.3 *Platine* (voir figure 9)*
Support plan prévu pour supporter divers constituants et pouvant être installé dans un EMU.
- 2.4.4 *Cadre* (voir figure 9)*
Structure prévue pour supporter divers constituants et pouvant être installée dans un EMU.
- 2.4.5 *Enveloppe*
Partie d'un EMU destinée à empêcher les personnes d'entrer en contact accidentel avec des parties actives ou en mouvement qu'elle contient et à protéger l'équipement intérieur contre les effets extérieurs.
- 2.4.6 *Panneau*
Partie de l'enveloppe extérieure d'un EMU.
- 2.4.7 *Porte*
Panneau pivotant ou glissant.
- 2.4.8 *Panneau amovible*
Panneau destiné à fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et qui peut être enlevé pour effectuer certaines opérations d'exploitation et d'entretien.

* Si ces éléments de construction comportent des appareils, ils peuvent constituer des EMU indépendants.

- 2.3.5 *Multi-cubicle-type FBA (see Figure 4)*
A combination of a number of mechanically joined cubicles.
- 2.3.6 *Desk-type FBA (see Figure 5)*
An enclosed FBA with a horizontal or inclined control panel or a combination of both, which incorporates control, measuring, signalling, etc., apparatus.
- 2.3.7 *Box-type FBA (see Figure 6)*
An enclosed FBA, principally intended to be mounted on a vertical plane.
- 2.3.8 *Multi-box-type FBA (see Figure 6)*
A combination of boxes mechanically joined together, with or without a common supporting frame, the electrical connections passing between two adjacent boxes through openings in the adjoining faces.
- 2.3.9 *Busbar trunking system (busways) (see Figure 7)*
An FBA in the form of a conductor system comprising one or more busbars which are spaced and supported by insulating material in a duct, trough or similar enclosure. The FBA is made of units which may or may not include tap-off facilities and devices.
- 2.4 *Definitions concerning the structural parts of FBAs*
- 2.4.1 *Supporting structure (see Figure 1)*
A structure forming part of an FBA designed to support various components of an FBA and an enclosure, if any.
- 2.4.2 *Mounting structure (see Figure 8)*
A structure not forming part of an FBA designed to support an enclosed FBA.
- 2.4.3 *Mounting panel* (see Figure 9)*
A panel designed to support various components and suitable for installation in an FBA.
- 2.4.4 *Mounting frame* (see Figure 9)*
A framework designed to support various components and suitable for installation in an FBA.
- 2.4.5 *Enclosure*
A part of an FBA used to prevent persons from accidental contact with live or moving parts contained therein and to protect internal equipment against external effects.
- 2.4.6 *Cover*
A part of the external enclosure of an FBA.
- 2.4.7 *Door*
A hinged or sliding cover.
- 2.4.8 *Removable cover*
A cover which is designed for closing an opening in the external enclosure and which can be removed for carrying out certain operations and maintenance work.

* If these structural parts incorporate apparatus they may constitute self-contained FBAs.

2.4.9 *Plaque de fermeture*

Partie d'un EMU — généralement d'un coffret (voir paragraphe 2.3.7) — utilisée pour fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et conçue pour être fixée par vis ou moyens semblables. Elle n'est pas normalement enlevée après la mise en service de l'équipement.

Note. — La plaque de fermeture peut être munie d'entrées de câble.

2.4.10 *Cloison*

Partie de l'enveloppe d'un compartiment le séparant des autres compartiments.

2.4.11 *Ecran*

Élément destiné à assurer une protection partielle contre le contact avec des parties actives, contre les arcs provenant des appareils de coupure, ou autres.

2.4.12 *Volet*

Partie qui peut être déplacée entre :

- une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts des parties amovibles avec des contacts fixes,
- et une position dans laquelle elle constitue une partie d'un panneau ou d'une cloison protégeant les contacts fixes.

2.4.13 *Entrée de câbles*

Partie comportant des ouvertures permettant le passage de câbles à l'intérieur de l'EMU.

Note. — Une entrée de câbles peut en même temps constituer une boîte d'extrémité.

2.5 *Définitions relatives aux conditions d'installation des EMU*

2.5.1 *Installation à l'intérieur*

Un EMU pour installation à l'intérieur est un ensemble destiné à être utilisé dans des locaux où les conditions usuelles d'emploi pour l'intérieur selon le paragraphe 6.1 de la présente recommandation sont remplies.

2.5.2 *Installation à l'extérieur*

Un EMU pour installation à l'extérieur est un ensemble destiné à être utilisé dans les conditions usuelles d'emploi pour l'extérieur selon le paragraphe 6.1 de la présente recommandation.

2.5.3 *EMU fixe*

EMU prévu pour être fixé à son emplacement d'installation, par exemple au sol ou sur une paroi, et être utilisé à cet emplacement.

2.5.4 *EMU déplaçable*

EMU prévu pour pouvoir être facilement déplacé d'un emplacement d'utilisation à un autre.

2.6 *Définitions concernant les mesures de protection relatives aux chocs électriques*

2.6.1 *Partie active*

Tout conducteur ou élément conducteur sous tension en service normal.

Note. — Les parties actives comprennent également le conducteur neutre et les parties conductrices qui lui sont reliées, à moins que le conducteur neutre ne soit aussi un conducteur de protection.

2.6.2 *Masse*

Partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

2.4.9 *Cover plate*

A part of an FBA—in general of a box (see Sub-clause 2.3.7)—which is used for closing an opening in the external enclosure and designed to be held in place by screws or similar means. It is not normally removed after the equipment is put into service.

Note. — The cover plate can be provided with cable entries.

2.4.10 *Partition*

A part of the enclosure of a compartment separating it from other compartments.

2.4.11 *Barrier*

A part designed to provide partial protection against contact with live parts, arcs from switching devices, and the like.

2.4.12 *Shutter*

A part which can be moved:

- between a position in which it permits engagement of the contacts of removable parts with fixed contacts, and
- a position in which it becomes a part of a cover or a partition shielding the fixed contacts.

2.4.13 *Cable entry*

A part with openings which permit the passage of cables into the FBA.

Note. — A cable entry can at the same time be designed as a cable sealings-end.

2.5 *Definitions concerning the conditions of installation of FBAs*

2.5.1 *Indoor installation*

An FBA for indoor installation is an assembly that is designed for use in locations where the usual service conditions for indoor use as specified in Sub-clause 6.1 of this recommendation are fulfilled.

2.5.2 *Outdoor installation*

An FBA for outdoor installation is an assembly that is designed for use under the usual service conditions for outdoor use as specified in Sub-clause 6.1 of this recommendation.

2.5.3 *Stationary FBA*

An FBA which is designed to be fixed at its place of installation, for instance to the floor or to a wall, and to be used at this place.

2.5.4 *Movable FBA*

An FBA which is designed so that it can readily be moved from one place of use to another.

2.6 *Definitions concerning protective measures with regard to electric shock*

2.6.1 *Live part*

Any conductor or conductive part which is under voltage in normal use.

Note. — Live parts also include the neutral conductor and conductive parts which are connected with it unless the neutral conductor is also a protective conductor.

2.6.2 *Exposed conductive part*

A conductive part which can readily be touched and which is not a live part but which may become alive under fault conditions.

2.6.3 *Conducteur de protection*

Conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques en cas de défaut et reliant des masses :

- soit à d'autres masses,
- soit à des parties conductrices qui ne font pas partie de l'EMU ou d'un autre équipement électrique (éléments conducteurs étrangers à l'installation),
- soit à des prises de terre, à un conducteur neutre relié à la terre ou à une partie active reliée à la terre.

2.6.4 *Conducteur neutre*

Conducteur relié au point neutre et destiné à transporter de l'énergie.

Note. — Dans certains cas et dans des conditions spécifiées, les fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection peuvent être combinées en un seul et même conducteur.

2.6.5 *Courant de défaut*

Courant résultant d'un défaut de l'isolation ou du franchissement de l'isolation.

2.6.6 *Courant de défaut à la terre*

Courant de défaut qui s'écoule à la terre.

2.6.7 *Protection contre les chocs électriques en service normal*

Empêcher les contacts dangereux de personnes avec des parties actives.

2.6.8 *Protection contre les chocs électriques en cas de défaut*

Empêcher les contacts dangereux de personnes avec des masses.

2.7 *Passages à l'intérieur d'un EMU*

2.7.1 *Passage de service à l'intérieur d'un EMU*

Passage accessible au personnel exploitant pour assurer le fonctionnement et la surveillance de l'EMU.

2.7.2 *Passage d'entretien à l'intérieur d'un EMU*

Passage accessible au seul personnel autorisé et qui est conçu en premier lieu pour être utilisé lors de l'entretien de l'équipement installé.

3. **Classification des EMU**

Les EMU sont classés selon :

- la présentation extérieure (voir paragraphe 2.3),
- l'emplacement d'installation (voir les paragraphes 2.5.1 et 2.5.2),
- les conditions d'installation relatives à l'aptitude au déplacement (voir les paragraphes 2.5.3 et 2.5.4),
- le degré de protection (voir paragraphe 7.2.1),
- la nature de l'enveloppe,
- la méthode de montage, par exemple équipement fixe ou mobile (voir les paragraphes 7.6.3 et 7.6.4),
- les mesures pour la protection des personnes (voir paragraphe 7.4).

2.6.3 *Protective conductor*

A conductor used for some protective measures against shock in case of a fault and for connecting exposed conductive parts with

- other exposed conductive parts,
- other conductive parts which do not form part of an FBA or of other electrical equipment (extraneous conductive parts),
- earth electrodes, an earthed neutral conductor, or an earthed live part.

2.6.4 *Neutral conductor*

A conductor connected to the neutral point and for the purpose of transmitting electrical energy.

Note. — In some cases, the functions of the neutral conductor and the protective conductor may be combined under specified conditions in one and the same conductor.

2.6.5 *Fault current*

A current resulting from an insulation failure or the bridging of insulation.

2.6.6 *Earth fault current*

A fault current which flows to earth.

2.6.7 *Protection against shock in normal service*

Prevention of dangerous contact of persons with live parts.

2.6.8 *Protection against shock in case of a fault*

Prevention of dangerous contact of persons with exposed conductive parts.

2.7 *Gangways within FBAs*

2.7.1 *Operating gangway within an FBA*

Spaces which must be used by the operator for the proper operation and supervision of the FBA.

2.7.2 *Maintenance gangway within an FBA*

Spaces which are accessible to authorized personnel only and primarily intended for use when servicing the installed equipment.

3. **Classification of FBAs**

FBAs are classified according to:

- the external design (see Sub-clause 2.3),
- the place of installation (see Sub-clauses 2.5.1 and 2.5.2),
- the conditions of installation with respect to mobility (see Sub-clauses 2.5.3 and 2.5.4),
- the degree of protection (see Sub-clause 7.2.1),
- the type of enclosure,
- the method of mounting, e.g. fixed or removable equipment (see Sub-clauses 7.6.3 and 7.6.4),
- the measures for the protection of persons (see Sub-clause 7.4).

4. Caractéristiques électriques des EMU

4.1 Tensions nominales

Un EMU est défini par les tensions nominales suivantes de ses différents circuits :

4.1.1 Tension nominale d'emploi

Une tension nominale d'emploi (U_e) d'un circuit d'un EMU est la valeur de tension qui, combinée avec le courant nominal de ce circuit, détermine son utilisation.

Pour les circuits polyphasés, c'est la tension entre les phases.

Note. — Les valeurs normalisées des tensions nominales des circuits de commande se trouvent dans les recommandations particulières aux appareils incorporés.

Le constructeur de l'EMU doit indiquer les limites de la tension nécessaire pour le fonctionnement correct du circuit principal et des circuits auxiliaires. De toute façon, ces limites doivent être telles que la tension aux bornes du circuit de commande des éléments constitutifs incorporés reste, dans les conditions normales de charge, dans les limites spécifiées par les recommandations correspondantes de la CEI.

4.1.2 Tension nominale d'isolement

La tension nominale d'isolement (U_i) d'un circuit d'un EMU est la tension qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent les essais diélectriques, les distances d'isolement et les lignes de fuite.

Sauf indication contraire du constructeur, la tension nominale maximale d'emploi de n'importe quel circuit de l'EMU ne doit pas dépasser sa tension nominale d'isolement. Il est admis que la tension d'emploi de n'importe quel circuit d'un EMU ne dépasse pas, même temporairement, 110% de sa tension nominale d'isolement.

Note. — Les valeurs normalisées pour les tensions nominales d'isolement des circuits principaux sont à l'étude.

4.2 Courant nominal

Le courant nominal d'un circuit d'un EMU est fixé par le constructeur en fonction des valeurs nominales des constituants de l'équipement électrique dans le circuit à l'intérieur de l'ensemble, de leur disposition et de leur utilisation. Ce courant doit être supporté sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées au paragraphe 7.3 (tableau II), quand l'essai est effectué conformément au paragraphe 8.2.1.

Note. — Étant donné la complexité des facteurs qui déterminent les courants nominaux, aucune valeur normalisée ne peut être donnée.

4.3 Courant nominal de courte durée admissible

Le courant nominal de courte durée admissible d'un circuit d'un EMU est la valeur efficace du courant que ce circuit peut supporter pendant une courte durée spécifiée dans les conditions d'essai spécifiées au paragraphe 8.2.3. Sauf spécification contraire, cette durée est de 1 s.

Note. — Si le temps est inférieur à 1 s, on doit indiquer le courant nominal de courte durée admissible ainsi que le temps, par exemple sous la forme 20 kA, 0,2 s.

4.4 Courant nominal de crête admissible

Le courant nominal de crête admissible d'un circuit d'un EMU est la valeur du courant de crête que ce circuit peut supporter dans les conditions d'essai spécifiées au paragraphe 8.2.3.

4.5 Courant de court-circuit conditionnel nominal

Le courant de court-circuit conditionnel nominal d'un circuit d'un EMU, protégé par un appareil de connexion limiteur de courant est la valeur de courant présumé que ce circuit peut supporter pendant le temps de fonctionnement de cet appareil dans les conditions d'essai spécifiées au paragraphe 8.2.3.

Note. — En courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante périodique du courant.

4. **Electrical characteristics of FBAs**

4.1 *Rated voltages*

An FBA is defined by the following rated voltages of its various circuits:

4.1.1 *Rated operational voltage*

A rated operational voltage (U_e) of a circuit of an FBA is the value of voltage which, combined with the rated current of this circuit, determines its application.

For polyphase circuits, it is stated as the voltage between phases.

Note. — Standard values of rated control circuit voltages are found in the relevant recommendations for the incorporated devices.

The manufacturer of the FBA shall state the limits of voltage necessary for correct functioning of the main and auxiliary circuits. In any case, these limits must be such that the voltage on the control circuit terminals of incorporated components is maintained under normal load conditions, within the limits specified in the relevant IEC recommendations.

4.1.2 *Rated insulation voltage*

The rated insulation voltage (U_i) of a circuit of an FBA is the value of voltage which designates it and to which dielectric tests, clearances and creepage distances are referred.

Unless otherwise stated by the manufacturer, the maximum rated operational voltage of any circuit of the FBA shall not exceed its rated insulation voltage. It is assumed that the operational voltage of any circuit of an FBA will not even temporarily exceed 110% of its rated insulation voltage.

Note. — Standard values for rated insulation voltages for main circuits are under consideration.

4.2 *Rated current*

The rated current of a circuit of an FBA is stated by the manufacturer, taking into consideration the ratings of the components of the electrical equipment in the circuit within the assembly, their disposition and application. This current must be carried without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in Sub-clause 7.3 (Table II) when tested according to Sub-clause 8.2.1.

Note. — Due to the complex factors determining the rated currents, no standard values can be given.

4.3 *Rated short-time withstand current*

The rated short-time withstand current of a circuit of an FBA is the r.m.s. value of current that this circuit can carry during a specified short time under the test conditions specified in Sub-clause 8.2.3. Unless otherwise specified the time is 1 s.

Note. — If the time is shorter than 1 s both the rated short-time withstand current and the time shall be stated, e.g. 20 kA, 0.2 s.

4.4 *Rated peak withstand current*

The rated peak withstand current of a circuit of an FBA is the value of peak current that this circuit can withstand under the test conditions specified in Sub-clause 8.2.3.

4.5 *Rated conditional short-circuit current*

The rated conditional short-circuit current of a circuit of an FBA is the value of the prospective current that this circuit, protected by a current limiting switching device, can satisfactorily withstand for the operating time of this device under the test conditions specified in Sub-clause 8.2.3.

Note. — For a.c. the value of current is the r.m.s. value of the a.c. component of the current.

4.5.1 *Courant nominal de court-circuit limité par fusible*

Le courant nominal de court-circuit limité par fusible d'un circuit d'un EMU est le courant de court-circuit conditionnel nominal quand l'appareil de connexion limiteur de courant est un coupe-circuit à fusibles.

4.6 *Facteur nominal de diversité*

Le facteur nominal de diversité d'un EMU ou d'une partie d'un EMU ayant plusieurs circuits principaux (par exemple une colonne ou un élément de colonne) est le rapport de la somme maximale admise à n'importe quel instant des courants effectifs dans tous les circuits principaux considérés, à la somme des courants nominaux de tous les circuits principaux de l'EMU ou de la partie choisie de l'EMU.

Note. — Quand le constructeur définit un facteur nominal de diversité, ce facteur doit être utilisé pour l'essai d'échauffement conformément au paragraphe 8.2.1. En l'absence d'informations concernant les courants réels, les valeurs conventionnelles suivantes peuvent être utilisées :

TABLEAU I

Nombre de circuits principaux	Facteur de diversité
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 à 9 inclus	0,7
10 (et au-dessus)	0,6

4.7 *Fréquence nominale*

La fréquence nominale d'un EMU est la valeur de fréquence qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent les conditions de fonctionnement.

Si les circuits d'un EMU sont prévus pour différentes valeurs de fréquence, la fréquence nominale de chaque circuit doit être précisée.

Note. — La fréquence doit être comprise dans les limites spécifiées par les recommandations correspondantes de la CEI relatives aux éléments constitutifs incorporés. Sauf indication contraire du constructeur de l'EMU, on admet que les limites sont égales à 98% et 102% de la fréquence nominale.

5. **Renseignements à donner sur l'EMU**

Les renseignements qui suivent doivent être donnés par le constructeur. Les renseignements qui ne figurent pas sur les plaques signalétiques doivent être fournis de toute autre manière appropriée.

5.1 *Plaques signalétiques*

Tout EMU doit être muni d'une ou plusieurs plaques marquées d'une manière durable et disposées à un emplacement leur permettant d'être visibles et lisibles quand l'EMU est installé.

Les renseignements spécifiés en a) et b) doivent se trouver sur la plaque signalétique.

Les renseignements énumérés de c) à o) peuvent, le cas échéant, se trouver sur les plaques signalétiques, dans les documents appropriés, les schémas de circuit ou dans les catalogues du fabricant.

a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;

Note. — Le monteur assurant l'assemblage final de l'EMU est considéré comme le constructeur de l'EMU (voir note 2 du paragraphe 2.1.2).

4.5.1 *Rated fused short-circuit current*

The rated fused short-circuit current of a circuit of an FBA is the rated conditional short-circuit current when the current-limiting switching device is a fuse.

4.6 *Rated diversity factor*

The rated diversity factor of an FBA or a part of an FBA having several main circuits (e.g. a section or subsection) is the ratio of the maximum sum, at any one time, of the assumed currents of all the main circuits involved, to the sum of the rated currents of all the main circuits of the FBA or the selected part of the FBA.

Note. — When the manufacturer states a rated diversity factor, this factor shall be used for the temperature-rise test in accordance with Sub-clause 8.2.1. In the absence of information concerning the actual currents, the following conventional values may be used:

TABLE I

Number of main circuits	Diversity factor
2 and 3	0.9
4 and 5	0.8
6 to 9 inclusive	0.7
10 (and above)	0.6

4.7 *Rated frequency*

The rated frequency of an FBA is the value of frequency which designates it and to which the operating conditions are referred.

If the circuits of an FBA are designed for different values of frequency, the rated frequency of each circuit has to be given.

Note. — The frequency shall be within the limit specified in the relevant IEC recommendations for the incorporated components. Unless otherwise stated by the manufacturer of the FBA, the limits are assumed to be 98% and 102% of the rated frequency.

5. **Information to be given regarding the FBA**

The following information shall be given by the manufacturer; such information which is not given on the nameplates shall be provided in some other appropriate way.

5.1 *Nameplates*

Each FBA shall be provided with one or more plates, marked in a durable manner and located in a place such that they are visible and legible when the FBA is installed.

Information specified under *a)* and *b)* shall be given on the nameplate.

Information from *c)* to *o)* may, where applicable, be given on the nameplates, in the relevant documents, the circuit diagrams or in the manufacturer's list or catalogues.

a) the manufacturer's name or trademark;

Note. — The final assembler of the FBA is deemed to be its manufacturer (see Note 2 of Sub-clause 2.1.2).

- b) la désignation du type ou un numéro d'identification permettant d'obtenir du constructeur les renseignements correspondants;
- c) la nature du courant (et la fréquence en cas de courant alternatif);
- d) les tensions nominales d'emploi (voir paragraphe 4.1.1);
- e) la tension nominale d'isolement (voir paragraphe 4.1.2);
- f) les tensions nominales des circuits auxiliaires (s'il y a lieu);
- g) les limites de fonctionnement (voir article 4);
- h) le courant nominal de chaque circuit (s'il y a lieu; voir paragraphe 4.2);
- i) la tenue aux courts-circuits (voir paragraphe 7.5.2);
- k) le degré de protection (voir paragraphe 7.2.1);
- l) les mesures pour la protection des personnes (voir paragraphe 7.4);
- m) les conditions d'emploi pour l'intérieur, pour l'extérieur ou pour un usage spécial, si elles diffèrent des conditions usuelles en service telles qu'elles sont données dans le paragraphe 6.1;
- n) les dimensions (voir figures 3 et 4), de préférence annoncées dans l'ordre: hauteur, largeur, (ou longueur), profondeur;
- o) la masse.

5.2 *Repérage*

A l'intérieur de l'EMU, il doit être possible de reconnaître les circuits individuels et leurs dispositifs de protection.

Lorsque les appareils équipant l'EMU sont munis de repères, les repères utilisés doivent être identiques à ceux qui se trouvent sur les schémas des connexions qui peuvent être fournis en même temps que l'EMU.

5.3 *Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien*

Le constructeur doit spécifier dans ses documents ou catalogues les conditions éventuelles d'installation, de fonctionnement et d'entretien de l'EMU et de l'équipement qu'il contient.

En cas de nécessité, les instructions pour le transport, l'installation et le fonctionnement de l'EMU doivent indiquer les mesures qui sont d'une importance particulière pour une installation correcte, une mise en route et un fonctionnement convenable de l'EMU.

Lorsque c'est nécessaire, les documents mentionnés ci-dessus doivent indiquer la nature et la fréquence recommandées de l'entretien.

Si le branchement n'apparaît pas nettement du fait de l'arrangement physique des appareils installés, il faut fournir les renseignements convenables, par exemple des schémas de circuits ou des tableaux de raccordement.

6. **Conditions d'emploi**

6.1 *Conditions usuelles d'emploi*

Les EMU conformément à la présente recommandation sont conçus pour être utilisés dans les conditions d'emploi suivantes.

Note. — Si on utilise des constituants, par exemple des relais, des matériels électroniques, qui ne sont pas prévus pour ces conditions, des mesures appropriées doivent être prises pour assurer un fonctionnement convenable (voir le paragraphe 7.6.2.4, alinéa 2).

- b) type designation or identification number making it possible to get relevant information from the manufacturer;
- c) type of current (and frequency in the case of a.c.);
- d) rated operational voltages (see Sub-clause 4.1.1);
- e) rated insulation voltage (see Sub-clause 4.1.2);
- f) rated voltages of auxiliary circuits (if applicable);
- g) limits of operation (see Clause 4);
- h) rated current of each circuit (if applicable; see Sub-clause 4.2);
- i) short-circuit strength (see Sub-clause 7.5.2);
- k) degree of protection (see Sub-clause 7.2.1);
- l) measures for the protection of persons (see Sub-clause 7.4);
- m) service conditions for indoor use, outdoor use or special use, if different from the usual service conditions as given in Sub-clause 6.1;
- n) dimensions (see Figures 3 and 4), given preferably in the order of height, width, (or length), depth;
- o) weight.

5.2 *Markings*

Inside the FBA, it shall be possible to identify individual circuits and their protective devices.

Where items of equipment of the FBA are designated, the designations used shall be identical with those in the wiring diagrams which may be supplied along with the FBA.

5.3 *Instructions for installation, operation and maintenance*

The manufacturer shall specify in his documents or catalogues the conditions, if any, for the installation, operation and maintenance of the FBA and the equipment contained therein.

If necessary, the instructions for the transport, installation and operation of the FBA shall indicate the measures that are of particular importance for the proper and correct installation, commissioning and operation of the FBA.

Where necessary, the above-mentioned documents shall indicate the recommended extent and frequency of maintenance.

If the circuitry is not obvious from the physical arrangement of the apparatus installed, suitable information shall be supplied, e.g. wiring diagrams or tables.

6. **Service conditions**

6.1 *Normal service conditions*

FBA's conforming to this recommendation are intended for use under the following service conditions.

Note. — If components, e.g. relays, electronic equipment, are used which are not designed for these conditions, appropriate steps should be taken to assure proper operation (see Sub-clause 7.6.2.4, second paragraph).

6.1.1 *Température de l'air ambiant*

6.1.1.1 *Température de l'air ambiant pour les installations à l'intérieur*

La température de l'air ambiant ne dépasse pas $+40^{\circ}\text{C}$ et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas $+35^{\circ}\text{C}$.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est -5°C .

6.1.1.2 *Température de l'air ambiant pour les installations à l'extérieur*

La température de l'air ambiant ne dépasse pas $+40^{\circ}\text{C}$ et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas $+35^{\circ}\text{C}$.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est :

— 25°C dans un climat tempéré et

— 50°C dans un climat arctique.

Pour les compteurs, les relais, etc., voir paragraphe 7.6.2.4.

6.1.2 *Conditions atmosphériques*

6.1.2.1 *Conditions atmosphériques pour les installations à l'intérieur*

L'air est propre et son humidité relative ne dépasse pas 50 % à une température maximale de $+40^{\circ}\text{C}$. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à $+20^{\circ}\text{C}$. Il faut tenir compte d'une condensation modérée qui peut se produire de temps en temps à cause des variations de température.

6.1.2.2 *Conditions atmosphériques pour les installations à l'extérieur*

L'humidité relative peut atteindre un taux de 100 % à une température maximale de $+25^{\circ}\text{C}$.

6.1.3 *Altitude*

L'altitude du lieu de l'installation ne dépasse pas 2000 m (6600 pieds).

6.2 *Conditions spéciales d'emploi*

Les conditions spéciales d'emploi sont par exemple :

6.2.1 Valeurs de température, humidité relative et/ou altitude différentes de celles spécifiées dans le paragraphe 6.1;

6.2.2 Lieux d'utilisation dans lesquels les variations de température et/ou de pression de l'air se produisent si rapidement qu'une condensation exceptionnelle est susceptible de se produire à l'intérieur de l'EMU;

6.2.3 Pollution importante de l'air par des poussières, fumées, particules corrosives ou radioactives, vapeurs ou sels;

6.2.4 Exposition à des champs électriques ou magnétiques de forte valeur;

6.2.5 Exposition à des températures extrêmes, par exemple aux radiations solaires, au rayonnement provenant de fours;

6.2.6 Attaques par des champignons ou de petits animaux;

6.2.7 Installation dans des emplacements exposés à l'incendie ou aux explosions;

6.2.8 Exposition à des vibrations et à des chocs importants;

6.1.1 *Ambient air temperature*

6.1.1.1 *Ambient air temperature for indoor installations*

The ambient air temperature does not exceed $+40^{\circ}\text{C}$ and its average over a period of 24 h does not exceed $+35^{\circ}\text{C}$.

The lower limit of the ambient air temperature is -5°C .

6.1.1.2 *Ambient air temperature for outdoor installations*

The ambient air temperature does not exceed $+40^{\circ}\text{C}$ and its average over a period of 24 h does not exceed $+35^{\circ}\text{C}$.

The lower limit of the ambient air temperature is:

— 25°C in temperate climate and

— 50°C in arctic climate.

For meters, relays, etc., see Sub-clause 7.6.2.4.

6.1.2 *Atmospheric conditions*

6.1.2.1 *Atmospheric conditions for indoor installations*

The air is clean and its relative humidity does not exceed 50% at a maximum temperature of $+40^{\circ}\text{C}$. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90% at $+20^{\circ}\text{C}$. Care should be taken of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature.

6.1.2.2 *Atmospheric conditions for outdoor installations*

The relative humidity may be as high as 100% at a maximum temperature of $+25^{\circ}\text{C}$.

6.1.3 *Altitude*

The altitude of the site of installation does not exceed 2000 m (6600 ft).

6.2 *Special service conditions*

Special service conditions, are, for example:

6.2.1 Values of temperature, relative humidity and/or altitude differing from those specified in Sub-clause 6.1;

6.2.2 Applications where variations in temperature and/or air pressure take place at such a speed that exceptional condensation is liable to occur inside the FBA;

6.2.3 Heavy pollution of the air by dust, smoke, corrosive or radioactive particles, vapours or salt;

6.2.4 Exposure to strong electric or magnetic fields;

6.2.5 Exposure to extreme temperatures, e.g. radiation from sun or furnaces;

6.2.6 Attack by fungus or small creatures;

6.2.7 Installation in locations where fire or explosion hazards exist;

6.2.8 Exposure to heavy vibration and shocks;

- 6.2.9 Installation dans des conditions telles que l'aptitude à supporter le courant ou le pouvoir de coupure soient affectés, par exemple équipement construit à l'intérieur de machines ou encastré dans un mur.

Lorsqu'il existe de telles conditions spéciales d'emploi, il y a lieu d'observer les règles particulières applicables ou de prévoir une convention particulière entre l'utilisateur et le constructeur. L'utilisateur doit informer le constructeur s'il existe de telles conditions exceptionnelles d'emploi.

- 6.3 *Conditions pendant le transport, le stockage et le montage sur place*

Un accord spécial doit être conclu entre l'utilisateur et le constructeur si les conditions pendant le transport, le stockage et le montage sur place, par exemple les conditions de température et d'humidité, diffèrent de celles définies dans le paragraphe 6.1.

7. **Caractéristiques constructives**

7.1 *Caractéristiques mécaniques*

7.1.1 *Généralités*

Les EMU ne doivent être construits qu'avec des matériaux capables de supporter les contraintes mécaniques, électriques et thermiques aussi bien que les effets de l'humidité qui sont susceptibles d'être rencontrés en service normal.

La protection contre la corrosion doit être assurée par l'utilisation de matériaux convenables ou par l'application de couches de protection équivalentes sur la surface exposée, en tenant compte des conditions prévues d'utilisation et d'entretien.

Toutes les enveloppes ou cloisons de séparation doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes auxquelles elles peuvent être soumises en service normal.

Les appareils et les circuits de l'EMU doivent être disposés de manière à faciliter leur fonctionnement et leur entretien et en même temps à assurer le degré nécessaire de sécurité.

7.1.2 *Distances d'isolement, lignes de fuite et distances de sectionnement*

7.1.2.1 *Distances d'isolement et lignes de fuite*

Les appareils faisant partie de l'ensemble doivent avoir des distances conformes à celles spécifiées dans les prescriptions les concernant et ces distances doivent être maintenues dans les conditions usuelles d'emploi.

Quand on dispose les appareils à l'intérieur de l'EMU, il faut respecter les distances d'isolement et les lignes de fuite spécifiées pour eux en prenant en considération les conditions d'emploi correspondantes.

Pour les conducteurs actifs nus et les raccordements (par exemple: barres, connexions entre appareils, cosses de câbles), les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent au moins répondre aux mêmes règles que celles spécifiées pour les appareils auxquels ils sont directement associés.

En outre, des conditions anormales telles qu'un court-circuit ne doivent pas réduire d'une manière permanente les distances entre les jeux de barres et/ou les connexions autres que des câbles en dessous de celles spécifiées pour les appareils auxquels elles sont directement associées.

7.1.2.2 *Distances de sectionnement*

Dans le cas d'unités fonctionnelles montées sur des parties débrochables, les distances de sectionnement prévues doivent au moins répondre aux prescriptions minimales de la spécification concernant les sectionneurs, en tenant compte des tolérances de fabrication et du jeu dû à l'usure.

- 6.2.9 Installation in such a manner that the current carrying capacity or breaking capacity is affected, e.g. equipment built into machines or recessed into walls.

Where any of these special service conditions exist, the applicable particular requirements shall be complied with or special agreements shall be made between user and manufacturer. The user shall inform the manufacturer if such exceptional service conditions exist.

6.3 *Conditions during transport, storage and erection*

A special agreement shall be made between user and manufacturer if the conditions during transport, storage and erection, e.g. temperature and humidity conditions, differ from those defined in Sub-clause 6.1.

7. **Design and construction**

7.1 *Mechanical design*

7.1.1 *General*

The FBAs shall be constructed only of materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity which are likely to be encountered in normal service.

Protection against corrosion shall be ensured by the use of suitable materials or by the application of equivalent protective coatings to the exposed surface, taking account of the intended conditions of use and maintenance.

All enclosures or partitions shall be of a mechanical strength sufficient to withstand the stresses to which they may be subjected in normal service.

The apparatus and circuits in the FBA shall be so arranged as to facilitate their operation and maintenance and at the same time to ensure the necessary degree of safety.

7.1.2 *Clearances, creepage distances and isolating distances*

7.1.2.1 *Clearances and creepage distances*

The apparatus forming part of the assembly shall have distances complying with those specified in their relevant specifications, and these shall be maintained during normal service conditions.

When arranging the apparatus within the FBA, the clearances and creepage distances specified for them shall be complied with, taking into account the relevant service conditions.

For bare live conductors and terminations (e.g. busbars, connections between apparatus, cable lugs), the clearances and creepage distances shall at least comply with those specified for the apparatus with which they are immediately associated.

In addition, abnormal conditions such as a short-circuit shall not permanently reduce the distances between busbars and/or connections other than cables below those specified for the apparatus with which they are immediately associated.

7.1.2.2 *Isolating distances*

In the case of functional units being mounted on withdrawable parts, the isolating distances provided shall at least comply with minimum requirements in the relevant specification for disconnectors, taking account of the manufacturing tolerances and changes in dimensions due to wear.

7.1.3 *Raccordement des conducteurs extérieurs*

7.1.3.1 Le constructeur doit indiquer si les dispositifs de raccordement conviennent pour les conducteurs en cuivre, ou en aluminium ou pour les deux indifféremment. Les dispositifs de raccordement doivent être tels que les conducteurs extérieurs puissent être connectés par un moyen (vis, connecteurs, etc.) qui assure que la pression de contact nécessaire correspondant à la valeur nominale du courant et à la résistance aux courts-circuits de l'appareil et du circuit est maintenue en permanence.

7.1.3.2 En l'absence d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur, les bornes doivent être prévues de telle sorte que les conducteurs et les câbles de la matière indiquée, de sections les plus petites jusqu'aux plus grandes correspondant aux courants nominaux appropriés, puissent être raccordés (voir annexe A; les sections des conducteurs en aluminium sont à l'étude).

Note. — Dans certains cas, l'emploi d'un conducteur en aluminium peut empêcher l'entière utilisation du courant nominal d'un circuit.

7.1.3.3 L'espace disponible pour le branchement doit permettre le raccordement correct des conducteurs extérieurs de la matière indiquée et l'épanouissement de câbles à âmes multiples.

7.1.3.4 Sauf spécification contraire entre le constructeur et l'utilisateur, dans le cas de circuits triphasé avec neutre, les dispositifs de raccordement pour le conducteur neutre doivent permettre le raccordement de conducteurs en cuivre ayant un courant admissible

- égal à la moitié du courant admissible du conducteur de phase, avec un minimum de 16 mm², si la dimension du conducteur de phase dépasse 16 mm²,
- égal au courant admissible total du conducteur de phase, si la dimension de ce dernier est égale ou inférieure à 16 mm².

Notes 1. — Pour les conducteurs autres que le cuivre, les sections mentionnées ci-dessus doivent être remplacées par des sections d'une conductivité équivalente, ce qui peut exiger des bornes plus grandes.

2. — Pour certaines applications dans lesquelles le courant dans le conducteur neutre peut prendre des valeurs importantes, par exemple les grandes installations d'éclairage fluorescent, un conducteur neutre ayant le même courant admissible que les conducteurs de phase peut être nécessaire, selon accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur.

7.1.3.5 Si des possibilités de raccordement pour les conducteurs de protection d'entrée et de sortie sont fournies, elles doivent être placées dans le voisinage des bornes des conducteurs de phase associés.

7.1.3.6 Les ouvertures dans les entrées de câbles, les plaques de fermeture, etc., doivent être conçues de telle sorte que, quand les câbles sont installés convenablement, les mesures de protection définies contre les contacts et le degré de protection puissent être obtenus. Cela implique le choix de dispositifs d'entrée de câbles adaptés à l'utilisation prévue par le constructeur.

7.2 *Enveloppe et degré de protection*

7.2.1 *Degré de protection*

7.2.1.1 Le degré de protection fourni par un EMU contre les contacts avec les parties actives, la pénétration de corps étrangers solides et liquides est indiqué par la désignation IP ... conformément à la Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

7.1.3 *Terminals for external conductors*

7.1.3.1 The manufacturer shall indicate if the terminals are suitable for connection of copper or aluminium conductors or both. The terminals shall be such that the external conductors may be connected by a means (screws, connectors, etc.) which ensures that the necessary contact pressure corresponding to the current rating and the short-circuit strength of the apparatus and the circuit is maintained.

7.1.3.2 In the absence of a special agreement between manufacturer and user, terminals shall be so designed that conductors and cables of the indicated material, from the smallest to the largest cross-sectional areas corresponding to the appropriate rated currents, can be connected (see Appendix A; cross-sections for aluminium conductors are under consideration).

Note. — In some instances, the use of an aluminium conductor may prevent the full utilization of the rated current of a circuit.

7.1.3.3 The available wiring space shall permit proper connection of the external conductors of the indicated material and, in the case of multi-core cables, spreading of the cores.

7.1.3.4 Unless otherwise agreed between manufacturer and user, on three-phase and neutral circuits, terminals for the neutral conductor shall allow the connection of copper conductors having a current carrying capacity

- equal to half the current carrying capacity of the phase conductor, with a minimum of 16 mm², if the size of the phase conductor exceeds 16 mm²,
- equal to the full current carrying capacity of the phase conductor if the size of the latter is equivalent to or less than 16 mm².

Notes 1. — For conductors other than copper conductors, the above cross-sections shall be replaced by cross-sections of equivalent conductivity, which may require larger terminals.

2. — For certain applications in which the current in the neutral conductor may reach high values, e.g. large fluorescent lighting installations, a neutral conductor having the same current carrying capacity as the phase conductors may be necessary, subject to special agreement between manufacturer and user.

7.1.3.5 If connecting facilities for incoming and outgoing protective conductors are provided, they shall be arranged in the vicinity of the associated phase conductor terminals.

7.1.3.6 Openings in cable entries, cover plates, etc., shall be so designed that when the cables are properly installed, the stated protective measures against contact and degree of protection shall be obtained. This implies the selection of means of entry suitable for the application as stated by the manufacturer.

7.2 *Enclosure and degree of protection*

7.2.1 *Degree of protection*

7.2.1.1 The degree of protection provided by an FBA against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and liquid is indicated by the designation IP ... according to IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

- 7.2.1.2 Pour les EMU pour emploi à l'extérieur sans protection supplémentaire, le second chiffre caractéristique sera au moins égal à 3.

Note. — Pour l'installation à l'extérieur, une protection supplémentaire peut être fournie par un toit ou une protection analogue.

- 7.2.1.3 Sauf spécification contraire, le degré de protection indiqué par le constructeur s'applique à l'EMU complet lorsqu'il est installé conformément aux instructions du constructeur (voir aussi paragraphe 7.1.3.6), par exemple avec fermeture de la surface de montage laissée ouverte d'un EMU, si nécessaire.

- 7.2.1.4 Si le degré de protection d'une partie de l'EMU — par exemple de la face de service — diffère de celui de la partie principale, le constructeur doit indiquer séparément le degré de protection de cette partie.

Exemple : IP00 — face de service IP 20.

- 7.2.2 *Mesures à prendre pour tenir compte de l'humidité atmosphérique*

Dans le cas d'EMU pour installation à l'extérieur et dans le cas d'un EMU clos en vue d'une installation à l'intérieur de lieux où règnent une humidité élevée et des températures variant dans de grandes limites, des dispositions convenables (ventilation et/ou chauffage intérieur, etc.) doivent être prises pour empêcher une condensation nuisible à l'intérieur de l'EMU. Cependant, le degré de protection spécifié doit être maintenu en même temps (pour les appareils montés à l'intérieur, voir paragraphe 7.6.2.4).

- 7.3 *Echauffement*

Les limites d'échauffement données dans le tableau suivant ne doivent pas être dépassées pour les EMU quand ils sont essayés conformément au paragraphe 8.2.1 :

TABLEAU II

Parties de l'EMU	Echauffement, deg C
Appareils incorporés	Conformément aux prescriptions qui les concernent
Bornes pour conducteurs isolés extérieurs	70 ¹⁾
Jeux de barres et conducteurs de cuivre et d'aluminium	Limité par: la résistance mécanique du matériau conducteur l'effet possible sur l'équipement voisin la limite de température admissible des matériaux isolants en contact avec le conducteur l'influence de la température du conducteur sur les appareils qui lui sont raccordés
Organes de commande manuels: en métal en matériau isolant	15 ²⁾ 25
Enveloppes et panneaux extérieurs accessibles au toucher: surfaces métalliques surfaces isolantes	30 ³⁾ 40

¹⁾ La limite d'échauffement de 70 deg C est une valeur basée sur l'essai conventionnel du paragraphe 8.2.1. Un EMU utilisé ou essayé dans les conditions d'installation peut avoir des raccordements dont le type, la nature et la disposition ne seront pas les mêmes que ceux adoptés pour l'essai et un échauffement différent des bornes peut en résulter et être demandé ou accepté.

²⁾ Pour les organes de commande manuels à l'intérieur des EMU qui sont accessibles après ouverture de l'EMU, par exemple les poignées de secours, poignées de débrogage qui ne sont pas utilisées fréquemment, on peut admettre des échauffements plus élevés.

³⁾ Sauf spécification contraire, dans le cas de panneaux et d'enveloppes qui sont accessibles mais qui n'ont pas besoin d'être touchés en service normal, il est permis d'augmenter les limites d'échauffement de 10 deg C.

- 7.2.1.2 For FBAs for outdoor use having no supplementary protection, the second characteristic numeral shall be at least 3.

Note. — For outdoor installation, supplementary protection may be protective roofing or the like.

- 7.2.1.3 Unless otherwise specified, the degree of protection indicated by the manufacturer applies to the complete FBA when installed in accordance with the manufacturer's instructions (see also Sub-clause 7.1.3.6), e.g. sealing of the open mounting surface of an FBA, if necessary.

- 7.2.1.4 If the degree of protection of part of the FBA—e.g. on the operating face—differs from that of the main portion, the manufacturer shall indicate the degree of protection of that part separately.

Example: IP00—operating face IP20.

- 7.2.2 *Measures to take account of atmospheric humidity*

In the case of an FBA for outdoor installation and in the case of an enclosed FBA for indoor installation intended for use in locations with high humidity and temperatures varying within wide limits, suitable arrangements (ventilation and/or internal heating, etc.) shall be made to prevent harmful condensation within the FBA. However, the specified degree of protection shall at the same time be maintained (for built-in apparatus, see Sub-clause 7.6.2.4).

- 7.3 *Temperature rise*

The temperature-rise limits given in the following table shall not be exceeded for FBAs when tested in accordance with Sub-clause 8.2.1:

TABLE II

Parts of FBAs	Temperature rise, deg C
Built-in apparatus	According to the specification applying to these apparatus
Terminals for external insulated conductors	70 ¹⁾
Busbars and conductors of Cu and Al	Limited by: mechanical strength of conducting material possible effect on adjacent equipment permissible temperature limit of the insulating materials in contact with the conductor the effect of the temperature of the conductor on the apparatus connected to it
Manual operating means: of metal of insulating material	15 ²⁾ 25
Accessible external enclosures: and covers metal surfaces insulating surfaces	30 ³⁾ 40

¹⁾ The temperature rise limit of 70 deg C is a value based on the conventional test of Sub-clause 8.2.1. An FBA used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test, and a different temperature rise of terminals may result and may be required or accepted.

²⁾ Manual operating means within FBAs which are accessible after the FBA has been opened, e.g. emergency handles, draw-out handles, which are operated infrequently, are allowed to assume higher temperature rises.

³⁾ Unless otherwise specified in the case of covers and enclosures which are accessible but need not be touched during normal operation, temperature-rise limits, increased by 10 deg C, are permissible.

7.4 Mesures de protection concernant les chocs électriques

Les prescriptions qui suivent sont conçues de telle sorte que les mesures de protection nécessaires soient obtenues après insertion d'un EMU dans une installation qui répond à la spécification correspondante.

7.4.1 Protection contre les chocs électriques en service normal (voir paragraphe 2.6.7)

La protection contre les chocs électriques en service normal peut être obtenue soit par la construction même de l'EMU, soit par des dispositions complémentaires à prendre lors de son installation. Ceci pourra exiger que le constructeur fournisse des indications.

Note. — Un exemple de mesures complémentaires à prendre est l'installation d'un EMU ouvert sans autres précautions dans un local accessible seulement à des personnes autorisées.

Une ou plusieurs des mesures de protection définies ci-dessous peuvent être choisies, en tenant compte des prescriptions spécifiées aux paragraphes suivants. Le choix des mesures de protection fera l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

7.4.1.1 Protection au moyen d'écrans ou d'enveloppes

Les prescriptions suivantes doivent être respectées:

7.4.1.1.1 Toutes les surfaces extérieures doivent présenter un degré de protection au moins égal à IP 20. La distance entre les dispositifs matériels prévus pour la protection et les parties actives qu'ils protègent ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées pour les distances d'isolement et les lignes de fuite dans le paragraphe 7.1.2 à moins que ces dispositifs matériels ne soient en matériau isolant.

7.4.1.1.2 Tous les écrans et enveloppes doivent être fixés de façon sûre. Compte tenu de leur nature, de leurs dimensions et de leur disposition, ils doivent être d'une robustesse et d'une durabilité suffisantes pour résister aux efforts susceptibles de se présenter en service normal, sans réduire les distances d'isolement conformément au paragraphe 7.4.1.1.1.

7.4.1.1.3 Lorsqu'il est nécessaire de supprimer les écrans, d'ouvrir les enveloppes ou d'enlever des parties d'enveloppe (portes, boîtiers, couvercles, etc.), une des conditions suivantes doit être remplie:

- a) La suppression, l'ouverture ou l'enlèvement doit nécessiter l'emploi d'une clef ou d'un outil.
- b) Toutes les parties actives qui peuvent être touchées accidentellement après l'ouverture de la porte doivent être déconnectées avant que la porte ne puisse être ouverte.

Exemple: En verrouillant la ou les portes avec un sectionneur de telle sorte qu'elles ne puissent être ouvertes que si le sectionneur est ouvert et que le sectionneur ne puisse être fermé quand la ou les portes sont ouvertes.

Si, pour des raisons de service, l'EMU est équipé d'un dispositif permettant à des personnes autorisées d'accéder à des parties actives pendant que l'équipement est sous tension, le verrouillage doit être rétabli automatiquement lors de la fermeture de la ou des portes.

- c) L'EMU doit comporter un écran intérieur ou un volet protégeant toutes les parties actives de telle sorte qu'elles ne puissent pas être touchées accidentellement quand la porte est ouverte. Cet écran ou ce volet doit remplir les conditions des paragraphes 7.4.1.1.1 (pour les exceptions, voir alinéa d)) et 7.4.1.1.2. Il doit soit être fixé à demeure, soit se mettre de lui-même en place au moment où la porte est ouverte. Il ne doit pas être possible d'enlever cet écran ou ce volet sauf à l'aide d'une clef ou d'un outil.

Il peut être nécessaire de prévoir des étiquettes d'avertissement.

7.4 *Protective measures with regard to electric shock*

The following requirements are so framed that the required protective measures are obtained when installing an FBA in a system conforming to the relevant specification.

7.4.1 *Protection against shock in normal service (see Sub-clause 2.6.7)*

Protection against electric shock in normal service can be obtained either by appropriate constructional measures on the FBA itself or by additional measures to be taken during installation; this may require information given by the manufacturer.

Note. — An example of additional measures to be taken is the installation of an open-type FBA without further provisions in a location where access is only possible for authorized personnel.

One or more of the protective measures defined hereafter may be selected, taking into account the requirements laid down in the following sub-clauses. The choice of the protective measure shall be subject to an agreement between manufacturer and user.

Note. — Information given in the manufacturer's current catalogues may take the place of such an agreement.

7.4.1.1 *Protection by barriers or enclosures*

The following requirements shall be complied with.

7.4.1.1.1 All external surfaces shall conform to a degree of protection of at least IP 20. The distance between the mechanical means provided for protection and the live parts they protect shall be not less than the values specified for the clearances and creepage distances in Sub-clause 7.1.2, unless the mechanical means are of insulating material.

7.4.1.1.2 All barriers and enclosures shall be firmly secured in place. Taking into account their nature, size and arrangement, they shall have sufficient stability and durability to resist the strains and stresses likely to occur in normal service without reducing the clearances according to Sub-clause 7.4.1.1.1.

7.4.1.1.3 Where it is necessary to make provision for the removal of barriers, opening of enclosures, or withdrawal of parts of enclosures (doors, casings, lids, covers, and the like), this shall be in accordance with *one* of the following requirements:

- a) Removal, opening or withdrawal shall necessitate the use of a key or tool.
- b) All live parts which can accidentally be touched after the door has been opened shall be disconnected before the door can be opened.

Example: By interlocking the door or doors with a disconnecter so that they can only be opened when the disconnecter is open and so that the disconnecter cannot be closed when the door or doors is (are) open.

If, for reasons of operation, the FBA is fitted with a device permitting authorized persons to obtain access to live parts while the equipment is live, the interlock shall automatically be restored on reclosing the door or doors.

- c) The FBA shall include an internal barrier or shutter shielding all live parts in such a manner that they cannot accidentally be touched when the door is open. This barrier or shutter shall meet the requirements of Sub-clauses 7.4.1.1.1 (for exception, see paragraph *d*)) and 7.4.1.1.2. It shall either be fixed in place or shall slide into place the moment the door is opened. It shall not be possible to remove this barrier or shutter except by the use of a key or tool.

It may be necessary to provide warning labels.

d) Lorsque des parties installées derrière un écran ou une enveloppe doivent être manœuvrées occasionnellement pour certaines opérations (telles que remplacement d'une lampe ou d'un élément de remplacement d'un coupe-circuit à fusibles), la suppression, l'ouverture ou l'enlèvement sans l'aide d'une clef ou d'un outil ou sans mise hors tension préalable ne doit être possible que si la condition suivante est remplie:

- Un deuxième écran doit être prévu à l'intérieur de l'écran ou de l'enveloppe afin d'empêcher les personnes de toucher accidentellement des parties actives qui ne sont pas protégées par une autre mesure de protection. Il n'est cependant pas exigé que cet écran empêche un contact qui pourrait résulter d'une tentative de contournement intentionnel de l'écran par la main. L'écran ne doit pouvoir être enlevé qu'à l'aide d'une clef ou d'un outil.
- Les parties actives dont la tension répond aux conditions de la très basse tension de sécurité (voir paragraphe 7.4.1.3) n'ont pas besoin d'être protégées.

7.4.1.2 *Protection par isolation des parties actives*

Les parties actives doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne puisse être enlevée que par destruction.

Cette isolation doit être effectuée à l'aide de matériaux isolants convenables. Une couche de vernis, d'émail ou de produits semblables n'est pas en général considérée comme fournissant une isolation appropriée telle qu'elle est prescrite pour la protection contre les chocs électriques en service normal.

Note. — Exemples: câbles, composants électriques noyés dans un matériau isolant.

7.4.1.3 *Protection par limitation de la tension* A l'étude.

7.4.1.4 *Protection par observation de distances adéquates*

Les parties actives doivent se trouver suffisamment éloignées de tous les endroits normalement occupés par des personnes pour qu'il n'y ait pas de risques que ces parties actives soient touchées ou shuntées. Lors de la détermination de ces distances, il faut tenir compte des dimensions et de la forme des objets qui normalement sont maniés à ces emplacements.

7.4.1.5 *Protection au moyen d'obstacles*

La protection au moyen d'obstacles est assurée quand ces obstacles empêchent:

- soit une approche accidentelle des parties actives, par exemple au moyen d'écrans, de mains courantes ou de panneaux grillagés, tous obstacles qui peuvent ou non faire partie de l'EMU,
- soit un contact accidentel avec les parties actives quand on fait fonctionner l'équipement sous tension, par exemple au moyen de capots ou d'anneaux de protection sur les coupe-circuit à fusibles.

Note. — Ces obstacles n'empêchent pas le contact intentionnel qui peut se produire quand une personne passe la main au-delà de l'obstacle.

Les obstacles peuvent être amovibles sans clef ni outil, mais doivent être protégés contre leur retrait non intentionnel.

7.4.2 *Protection contre les chocs électriques en cas de défaut (voir paragraphe 2.6.8)*

L'utilisateur doit indiquer la mesure de protection qui est appliquée à l'installation pour laquelle l'EMU est prévu. En particulier, l'attention est attirée sur la Publication de la CEI 364-3-1: Installations électriques des bâtiments, 3^e partie, chapitre I: Mesures de protection pour assurer la sécurité, dans laquelle des prescriptions concernant la protection contre les chocs électriques en cas de défaut sont données pour l'installation complète, p. ex. par l'utilisation de conducteurs de protection.

d) Where any parts behind a barrier or enclosure need occasional handling (such as replacement of a lamp or of a fuse-link), the removal, opening or withdrawal without the use of a key or tool and without switching off shall be possible only if the following condition is fulfilled:

- A second barrier shall be provided inside the barrier or enclosure so as to prevent persons from coming accidentally into contact with live parts not protected by another protective measure. However, this barrier need not prevent persons from coming intentionally into contact by by-passing this barrier with the hand. It shall not be possible to remove the barrier except through the use of a key or tool.
- Live parts the voltage of which fulfils the conditions for the safety extra-low voltage (see Sub-clause 7.4.1.3) need not be covered.

7.4.1.2 *Protection by insulation of live parts*

Live parts shall be completely covered with insulation which can be removed only by destruction.

This insulation shall be made of suitable materials. A coating of varnish, enamel or similar products is not generally considered to provide an adequate insulation as required for protection against electric shock in normal service.

Note. — Examples are cables and electrical components embedded in insulation.

7.4.1.3 *Protection by limitation of voltage*

Under consideration.

7.4.1.4 *Protection by the provision of adequate distances*

The live parts shall be arranged at such a distance from all places normally occupied by personnel that there is no risk of live parts being touched or bridged. When establishing these distances, account shall be taken of the dimensions and the shape of the objects normally handled in these places.

7.4.1.5 *Protection by the provision of obstacles*

Protection by the provision of obstacles is provided when these obstacles prevent:

- either an accidental approach to live parts, e.g. by means of barriers, handrails or mesh screens which may or may not form part of the FBA,
- or accidental contact with live parts while operating live equipment, e.g. by means of covers or protective handles on the fuses.

Note. — These obstacles do not prevent intentional contact as may occur when a person by-passes the obstacle with his hand.

The obstacles may be capable of being removed without a key or a tool, but shall be secured against unintentional removal.

7.4.2 *Protection against shock in case of a fault (see Sub-clause 2.6.8)*

The user shall indicate the protective measure which is applied to the installation for which the FBA is intended. In particular, attention is drawn to IEC Publication 364-3-1, Electrical Installations of Buildings. Part 3, Chapter I: Measures for Protection for Safety, where requirements for protection against shock in case of a fault are specified for the complete installation, e.g. the use of protective conductors.

7.4.2.1 *Protection par utilisation de circuits de protection*

Dans un EMU, un circuit de protection consiste soit en un conducteur de protection séparé, soit en parties conductrices de la structure, soit de l'un et des autres. Il procure :

- la protection contre les conséquences de défauts à l'intérieur de l'EMU,
- la protection contre les conséquences de défauts dans des circuits extérieurs alimentés par l'intermédiaire de l'EMU.

Les prescriptions à satisfaire sont données dans les paragraphes suivants :

7.4.2.1.1 Des précautions de construction doivent être prises pour assurer la continuité électrique entre les masses de l'EMU (voir paragraphe 7.4.2.1.5) et entre ces masses et les circuits de protection de l'installation (voir paragraphe 7.4.2.1.6).

7.4.2.1.2 Certaines masses d'un EMU qui ne constituent pas un danger

- soit parce qu'elles ne peuvent être touchées sur des grandes surfaces, ni être saisies à la main,
- soit parce qu'elles sont de petite taille (environ 50 mm sur 50 mm) ou qu'elles sont disposées de telle sorte qu'elles excluent tout contact avec des parties actives,

n'ont pas besoin d'être reliées à des circuits de protection. Cela s'applique aux vis, aux rivets et aux plaques signalétiques. Il en est de même pour les électro-aimants de contacteurs ou de relais, les noyaux magnétiques de transformateurs, certaines pièces de déclencheurs, etc., quelles que soient leurs dimensions.

7.4.2.1.3 Les organes manuels de commande (poignées, volants, etc.) doivent être :

- soit connectés électriquement d'une façon sûre et permanente avec les parties réunies aux circuits de protection, ou
- soit munis d'une isolation supplémentaire qui les isole des autres parties conductrices de l'EMU. Cette isolation doit avoir une valeur nominale au moins égale à la tension maximale d'isolement de l'équipement.

Il est préférable que les parties des organes manuels de commande qui sont normalement saisies par la main pendant leur usage soient faites ou recouvertes de matière isolante prévue pour la tension maximale d'isolement de l'équipement.

7.4.2.1.4 Les pièces métalliques recouvertes d'une couche de vernis ou d'émail ne peuvent pas généralement être considérées comme étant suffisamment isolées pour répondre à ces prescriptions.

7.4.2.1.5 Continuité des circuits de protection. La continuité des circuits de protection doit être assurée par des interconnexions effectives soit directement soit au moyen de conducteurs de protection.

- a) Quand une partie de l'EMU est enlevée de l'enveloppe, par exemple pour l'entretien normal, les circuits de protection vers le reste de l'EMU ne doivent pas être interrompus.

Les moyens utilisés pour l'assemblage des diverses pièces métalliques d'un EMU sont considérés comme suffisants pour assurer la continuité des circuits de protection si les précautions prises garantissent une bonne conductivité en permanence et une valeur de courant admissible suffisante pour supporter le courant de défaut à la terre qui peut s'écouler dans l'EMU.

Note. — On ne doit pas utiliser de conduits métalliques flexibles comme conducteurs de protection.

7.4.2.1 *Protection by using protective circuits*

A protective circuit in an FBA consists of either a separate protective conductor or the conductive structural parts or both. It provides the following:

- protection against the consequences of faults within the FBA,
- protection against the consequences of faults in external circuits supplied through the FBA.

The requirements to be complied with are given in the following sub-clauses:

7.4.2.1.1 Constructional precautions shall be taken to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts of the FBA (see Sub-clause 7.4.2.1.5) and between these parts and the protective circuits of the installation (see Sub-clause 7.4.2.1.6).

7.4.2.1.2 Certain exposed conductive parts of an FBA which do not constitute a danger

- either because they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand,
- or because they are of small size (approx. 50 mm by 50 mm) or so located as to exclude any contact with live parts,

need not be connected to the protective circuits. This applies to screws, rivets and nameplates. It also applies to electromagnets of contactors or relays, magnetic cores of transformers, certain parts of releases, etc., irrespective of their size.

7.4.2.1.3 Manual operating means (handles, wheels, etc.) shall be:

- either electrically connected, in a secure and permanent manner, with the parts connected to the protective circuits,
- or provided with additional insulation which insulates them from other conductive parts of the FBA. This insulation shall at least be rated for the maximum insulation voltage of the equipment.

It is preferred that such parts of manual operating means that are normally grasped by the hand during operation are made of or covered by insulating material rated for the maximum insulation voltage of the equipment.

7.4.2.1.4 Metal parts covered with a layer of varnish or enamel cannot generally be considered to be adequately insulated to comply with these requirements.

7.4.2.1.5 Continuity of protective circuits. Continuity of protective circuits shall be ensured by effective interconnections either directly or by means of protective conductors.

- a) When a part of the FBA is removed from the enclosure, e.g. for routine maintenance, the protective circuits for the remainder of the FBA shall not be interrupted.

Means used for assembling the various metal parts of an FBA are considered sufficient for ensuring continuity of the protective circuits if the precautions taken guarantee a permanent good conductivity and a current carrying capacity sufficient to withstand the earth fault current that may flow in the FBA.

Note. — Flexible metal conduits shall not be used as protective conductors.

- b) Quand les parties amovibles ou débrochables comportent des surfaces portantes métalliques, ces surfaces sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité des circuits de protection pourvu que la pression exercée sur elles soit suffisamment élevée. Il peut être nécessaire de prendre des précautions pour garantir en permanence une bonne conductivité. Dans le cas d'une partie débrochable, la continuité des circuits de protection doit demeurer effective pendant tout le passage de la position raccordée à la position d'essai.
- c) Pour les couvercles, portes, plaques de fermeture et autres pièces semblables, les connexions métalliques à vis et boulonnées (charnières métalliques) habituelles sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité pourvu qu'aucun équipement électrique ne leur soit fixé.

Si des appareils ayant une tension dépassant les limites de la très basse tension sont fixés à des couvercles, portes, plaques de fermeture, etc., des mesures doivent être prises pour assurer la continuité des circuits de protection. Il est recommandé que ces pièces soient pourvues d'un conducteur de protection soigneusement fixé dont la section dépend de la section maximale du conducteur d'alimentation de l'équipement fixé. Une connexion électrique équivalente spécialement conçue dans ce but (contact à glissière, charnières protégées contre la corrosion) doit aussi être considérée comme satisfaisante.

- d) Toutes les parties du circuit de protection à l'intérieur de l'EMU doivent être conçues de telle sorte qu'elles soient capables de supporter les contraintes thermiques et dynamiques les plus élevées qui puissent se produire au lieu d'installation de l'EMU.
- e) Lorsque l'enveloppe d'un EMU est utilisée comme partie d'un circuit de protection, la section de cette enveloppe doit être au moins électriquement équivalente à la section minimale spécifiée au paragraphe 7.4.2.1.7.
- f) Lorsque la continuité peut être interrompue au moyen de connecteurs ou de prises de courant, le circuit de protection ne doit être interrompu qu'après l'interruption des conducteurs sous tension et la continuité doit être établie avant que les conducteurs sous tension ne soient connectés de nouveau.
- g) En principe, les circuits de protection à l'intérieur d'un EMU ne doivent pas comprendre de dispositif de déconnexion (interrupteur, sectionneur, etc.). Les seuls moyens autorisés dans le circuit des conducteurs de protection doivent être des barrettes qui peuvent être enlevées à l'aide d'un outil et qui ne sont accessibles qu'au personnel autorisé (de telles barrettes peuvent être nécessaires pour certains essais).

7.4.2.1.6 Bornes pour le raccordement des conducteurs de protection extérieurs et des armures de câbles. Les bornes pour le raccordement des conducteurs de protection extérieurs doivent, chaque fois que cela est nécessaire, être nues et, sauf spécification contraire, permettre le branchement de conducteurs de cuivre. Dans le cas d'enveloppes et de conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium, il faut prêter une attention spéciale au danger de corrosion électrolytique. Dans le cas d'EMU possédant des structures conductrices, des enveloppes conductrices, etc., il faut prévoir des moyens pour assurer la continuité électrique entre les masses (le circuit de protection) de l'EMU et l'armure métallique des câbles de connexion (conduit d'acier, armure de plomb, etc.). Ces moyens de connexion ne doivent jouer aucun rôle dans la structure de l'EMU.

7.4.2.1.7 Sections des conducteurs de protection et des dispositifs de connexion. Dans un EMU, sauf spécification contraire:

- les sections des conducteurs de protection pour les connexions internes doivent correspondre aux valeurs spécifiées ci-dessous.

- b) When removable or withdrawable parts are equipped with metal supporting surfaces, these surfaces are considered sufficient for ensuring continuity of protective circuits provided that the pressure exerted on them is sufficiently high. Precautions may have to be taken to guarantee a permanent good conductivity. The protective circuit of a withdrawable part shall remain effective from the connected position to the test position inclusively.
- c) For lids, doors, cover plates and the like, the usual metal screwed connections and metal hinges are considered sufficient to ensure continuity provided that no electrical equipment is attached to them.

If apparatus with a voltage exceeding the limits of extra-low voltage are attached to lids, doors, cover plates, etc., steps shall be taken to ensure continuity of the protective circuits. It is recommended that these parts be fitted with a carefully attached protective conductor whose cross-sectional area depends on the maximum cross-section of the supply lead to the equipment attached. An equivalent electrical connection especially designed for this purpose (sliding contact, hinges protected against corrosion) shall also be considered satisfactory.

- d) All parts of the protective circuit within the FBA shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and dynamic stresses that may occur at the place of installation of the FBA.
- e) When the enclosure of an FBA is used as part of a protective circuit, the cross-sectional area of this enclosure shall be at least electrically equivalent to the minimum cross-sectional area specified in Sub-clause 7.4.2.1.7.
- f) Where continuity can be interrupted by means of connectors or plug-and-socket devices, the protective circuit shall be interrupted only after the live conductors have been interrupted and continuity established before the live conductors are reconnected.
- g) In principle, protective circuits within an FBA shall not include a disconnecting device (switch, isolator, etc.). The only means permitted in the run of protective conductors shall be links which are removable with the aid of a tool and accessible only to authorized personnel (these links may be required for certain tests).

7.4.2.1.6 Terminals for external protective conductors and sheathing. The terminals for external protective conductors shall, where required, be bare and, unless otherwise specified, suitable for the connection of copper conductors. In the case of enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys, particular consideration shall be given to the danger of electrolytic corrosion. In the case of FBAs with conducting structures, enclosures, etc., means shall be provided to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts (the protective circuit) of the FBA and the metal sheathing of connecting cables (steel conduit, lead sheath, etc.). The connection means shall have no structural function.

7.4.2.1.7 Cross-sections of protective conductors and connecting devices. In an FBA, unless otherwise specified:

- the cross-sections of protective conductors for internal connections shall correspond to the values specified below.

- Les dispositifs de connexion pour les conducteurs de protection extérieurs groupés dans un câble contenant des conducteurs de phase doivent être les mêmes que ceux prévus pour les conducteurs neutres conformément au paragraphe 7.1.3.4, en tenant compte de la section des conducteurs de phase.

Note. — Dans certaines conditions d'installation, la valeur du courant de défaut qui peut s'écouler à travers le conducteur de protection est limitée. Dans ce cas, une section plus petite peut faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La section des conducteurs de protection doit être :

- égale à celle des conducteurs de phase, si la section de ces derniers ne dépasse pas 16 mm^2 . Si les conducteurs de protection sont faits d'une matière différente de celle des conducteurs de phase, leur section doit être telle qu'elle donne la même conductivité ;
- égale à la valeur calculée à l'aide de la formule indiquée dans l'annexe B ou obtenue par quelque autre méthode, si la section d'un des conducteurs de phase dépasse 16 mm^2 .

Pour déterminer la section des conducteurs de protection, les conditions suivantes doivent être remplies simultanément :

- 1) la valeur de l'impédance de boucle de défaut doit remplir les conditions requises pour le fonctionnement du dispositif de protection ;
- 2) les conditions de fonctionnement du dispositif de protection électrique doivent être choisies de manière à éliminer la possibilité pour le courant de défaut dans le conducteur de protection de provoquer un échauffement tendant à endommager ce conducteur ou à nuire à sa continuité électrique. On considère que ce résultat est atteint si, en cas d'apparition d'un défaut produisant le courant maximal de court-circuit présumé, l'échauffement du conducteur de protection ne dépasse pas les valeurs suivantes :

120 °C pour les conducteurs isolés,

180 °C pour les conducteurs non isolés.

Il est admis que la température initiale ne dépasse pas + 40 °C.

7.4.2.1.8 Circuit de protection non isolé des masses. Dans le cas d'un EMU contenant des pièces de structure, des bâtis, des enveloppes, etc., faits en matière conductrice, un conducteur de protection, s'il est prévu, n'a pas besoin d'être isolé de ces pièces.

7.4.2.1.9 Conducteurs de protection devant être isolés des masses. Les conducteurs conduisant à certains dispositifs de protection — y compris les conducteurs les reliant à une électrode de terre séparée — doivent être isolés soigneusement. Cela s'applique par exemple aux dispositifs de détection de défauts sensibles à la tension et peut s'appliquer aussi à la connexion avec la terre du neutre du transformateur.

Note. — L'attention est appelée sur les précautions spéciales à prendre en appliquant les prescriptions concernant de tels dispositifs.

7.4.2.2 *Protection par des mesures autres que celles utilisant des circuits de protection*

Les EMU peuvent fournir une protection contre les chocs électriques en cas de défaut au moyen des mesures suivantes qui ne demandent pas de circuits de protection :

- Séparation des circuits,
- Utilisation d'une très basse tension de sécurité,
- Isolation totale.

7.4.2.2.1 *Séparation des circuits*

Pour assurer, par la séparation des circuits, la protection contre les chocs électriques en cas de défaut, les prescriptions suivantes doivent être observées :

Note. — De plus, la séparation des circuits impose des prescriptions particulières s'appliquant aux appareils associés ne faisant pas partie de l'EMU.

- The connecting devices for external protective conductors grouped in a cable containing phase conductors shall be the same as those for the neutral conductors according to Sub-clause 7.1.3.4, depending on the cross-section of the phase conductors.

Note. — Under certain conditions of installation, the value of the fault current that may flow through the protective conductor is limited. In this case, a smaller cross-section may be agreed upon between manufacturer and user.

The cross-section of protective conductors shall be as follows:

- equal to that of the phase conductors if the cross-section of the latter does not exceed 16 mm²; if the protective conductors are made of a material different from that of the phase conductors, their cross-section shall be so fixed as to give the same conductivity;
- equal to the value calculated with the aid of the formula indicated in Appendix B or obtained by some other method if the cross-section of one of the phase conductors exceeds 16 mm².

For fixing the cross-section of protective conductors, the following conditions have to be satisfied simultaneously:

- 1) the value of the fault-loop impedance shall fulfil the conditions required for the operation of the protective device;
- 2) the conditions of operation of the electrical protective device shall be so chosen as to eliminate the possibility of the fault current in the protective conductor causing a temperature rise that tends to impair this conductor or its electrical continuity. This is considered to be achieved if in the case of a fault arising which will produce maximum prospective short-circuit current, the temperature rise of the protective conductor does not exceed the following values:

120°C for insulated conductors,
180°C for uninsulated conductors

It is assumed that the starting temperature does not exceed +40°C.

7.4.2.1.8 Protective circuit not insulated from the exposed conductive parts. In the case of an FBA containing structural parts, frameworks, enclosures, etc., made of conducting material, a protective conductor, if provided, need not be insulated from these parts.

7.4.2.1.9 Protective conductors to be insulated from the exposed conductive parts. Conductors to certain protective devices—including the conductors connecting them to a separate earth electrode—shall be carefully insulated. This applies, for instance, to voltage-operated fault detection devices, and can also apply to the earth-connection of the transformer neutral.

Note. — Attention is drawn to the special precautions to be taken in applying the requirements relating to such devices.

7.4.2.2 *Protection by measures other than using protective circuits*

FBAs can provide protection against electric shock in case of a fault by means of the following measures which do not require a protective circuit:

- Separation of circuits,
- Use of safety extra-low voltage,
- Total insulation.

7.4.2.2.1 *Separation of circuits*

For protection, by the separation of circuits, against electric shock in case of a fault, the following requirements shall be met.

Note. — In addition, separation of the circuits involves special requirements applying to associated equipment not forming part of the FBA.

- a) Les circuits alimentant les appareils récepteurs doivent être alimentés à partir de:
 - transformateurs avec deux enroulements, dénommés transformateurs d'isolement, satisfaisant aux spécifications correspondantes;
 - ou de motogénérateurs présentant le même degré de sécurité.
- b) Le circuit secondaire ne doit être connecté en aucun point avec un autre circuit ni avec la terre.
- c) Le circuit secondaire ne doit alimenter qu'un seul emplacement de travail. De plus, un transformateur mobile d'isolement ou un motogénérateur ne doit alimenter qu'un seul appareil.
- d) Les masses des appareils dans les circuits secondaires ne doivent pas être connectées intentionnellement avec d'autres masses. Si plusieurs pièces d'appareils sont connectées avec le même circuit secondaire, les masses de ces appareils devront être connectées entre elles par un conducteur isolé séparé.

7.4.2.2 *Très basse tension de sécurité* A l'étude.

7.4.2.2.3 *Isolation totale*

Pour assurer, par isolation totale, la protection contre les chocs électriques en cas de défaut, les prescriptions suivantes doivent être observées:

- a) Les appareils doivent être complètement enveloppés dans un matériau isolant. L'enveloppe doit porter le symbole  qui doit être visible de l'extérieur.
- b) L'enveloppe doit être faite ou recouverte d'une matière isolante qui est capable de résister aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques auxquelles elle est susceptible d'être soumise dans les conditions de service normales ou spéciales (voir paragraphes 6.1 et 6.2) et qui doit être résistante au vieillissement et à la flamme*. Les revêtements de peinture, de vernis et de produits similaires ne sont pas considérés comme satisfaisant à ces prescriptions.
- c) L'enveloppe ne doit être percée en aucun point par des parties conductrices de telle manière qu'il y ait possibilité qu'une tension de défaut y soit transmise à l'extérieur de l'enveloppe. Cela signifie par exemple que les pièces métalliques qui pour des raisons de construction doivent traverser l'enveloppe, doivent être suffisamment isolées soit à l'intérieur soit à l'extérieur.
- d) L'enveloppe, quand l'ensemble est prêt à fonctionner et relié à l'alimentation, doit renfermer toutes les parties actives et toutes les masses de telle sorte qu'elles ne puissent pas être touchées. L'enveloppe doit procurer au moins le degré de protection IP 40**. Si un conducteur de protection, qui est prolongé de manière à atteindre l'équipement électrique connecté à l'aval de l'EMU, doit passer à travers un EMU dont les masses sont isolées, les bornes nécessaires pour connecter les conducteurs de protection extérieurs doivent être prévues et être munies de marques d'identification convenables. A l'intérieur de l'enveloppe, le conducteur de protection et ses bornes doivent être isolés des parties actives et des masses de la même manière que les parties actives. Le conducteur de protection et sa borne doivent être disposés de manière à exclure tout contact accidentel.
- e) Les masses à l'intérieur de l'EMU ne doivent pas être connectées avec le circuit de protection, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas être incluses dans une mesure de protection impliquant

* A l'étude par ISO TC61.

** Voir Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

- a) The circuits supplying the current-consuming apparatus shall be fed from:
 - transformers with two windings, so-called isolating transformers, complying with the relevant specifications;
 - or from motor-generators offering the same degree of safety.
- b) The secondary circuit shall not be connected at any point with another circuit or with earth.
- c) The secondary circuit shall supply only one operating point. Moreover, a mobile isolating transformer or a motor-generator shall supply only one apparatus.
- d) The exposed conductive parts of the apparatus in the secondary circuits shall not intentionally be connected with other exposed conductive parts. If several pieces of apparatus are connected to the same secondary circuit, the exposed conductive parts of these apparatus shall be interconnected by a separate insulated conductor.

7.4.2.2.2 *Safety extra-low voltage*
Under consideration.

7.4.2.2.3 *Total insulation*

For protection, by total insulation, against electric shock in case of a fault, the following requirements shall be met:

- a) The apparatus shall be completely enclosed in insulating material.
The enclosure shall carry the symbol  which shall be visible from the outside.
- b) The enclosure shall be made of, or covered with, an insulating material which is capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses to which it is liable to be subjected under normal or special service conditions (see Sub-clauses 6.1 and 6.2) and it shall be resistant to ageing and flame resistant*.
Coatings of paint, varnish and similar products are not considered to comply with these requirements.
- c) The enclosure shall at no point be pierced by conducting parts in such a manner that there is the possibility of a fault voltage being brought out of the enclosure.
This means that e.g. metal parts which for constructional reasons have to be brought through the enclosure should be sufficiently insulated either on the inside or the outside.
- d) The enclosure, when the assembly is ready for operation and connected to the supply, shall enclose all live parts and exposed conductive parts in such a manner that they cannot be touched. The enclosure shall give at least the degree of protection IP 40**.
If a protective conductor, which is extended to electrical equipment connected to the load side of the FBA, is to be passed through an FBA whose exposed conductive parts are insulated, the necessary terminals for connecting the external protective conductors shall be provided and identified by suitable marking.
Inside the enclosure, the protective conductor and its terminals shall be insulated from the live parts and the exposed conductive parts in the same way as the live parts. The protective conductor and its terminal shall be so arranged as to exclude accidental contact.
- e) Exposed conductive parts within the FBA shall not be connected to the protective circuit, i.e. they shall not be included in a protective measure involving the use of a protective circuit.

* Under consideration by ISO TC61.

** See IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

l'usage d'un circuit de protection. Cela s'applique aussi aux appareils incorporés, même s'ils ont une borne de connexion pour un conducteur de protection.

À l'intérieur de l'EMU, le symbole  doit être indiqué d'une manière visible en plus du symbole spécifié dans le paragraphe 7.4.2.2.3 a).

- f) Si les portes ou les panneaux de l'enveloppe peuvent être ouverts sans l'aide d'une clef ou d'un outil, on installera un écran en matériau isolant qui fournira une protection contre un contact accidentel non seulement avec les parties actives accessibles, mais encore avec les masses qui ne sont accessibles qu'après l'ouverture du panneau; cependant, cet écran ne doit pas pouvoir être enlevé sans l'aide d'un outil.

7.4.3 *Suppression des charges électriques*

Si l'EMU contient un élément d'équipement qui peut conserver des charges électriques dangereuses après déconnexion (condensateurs, etc.), une plaque d'avertissement est nécessaire.

De petits condensateurs tels que ceux utilisés pour l'extinction d'arc, pour temporiser la réponse de relais, etc., ne doivent pas être considérés comme dangereux.

7.4.4 *Passages pour le fonctionnement et l'entretien à l'intérieur des EMU* (Voir paragraphes 2.7.1 et 2.7.2.)

Note. — Les espaces à l'intérieur des EMU d'une profondeur limitée de l'ordre de 1 m ne sont pas considérés comme étant des passages.

7.4.4.1 Passages séparés des parties actives par des écrans qui fournissent au moins le degré de protection IP 20.

Note. — Les socles de coupe-circuit à fusibles et les supports de lampe, qui sont munis d'un blindage fournissant une protection contre les chocs électriques, doivent être considérés comme étant suffisamment protégés.

Les passages de service et d'entretien doivent avoir les dimensions minimales suivantes:

(A l'étude.)

7.4.4.2 Passages qui ne sont pas séparés des parties actives non protégées ou qui sont séparés par des écrans procurant un degré de protection inférieur à IP 20.

Ces passages doivent être conçus de telle sorte qu'ils puissent être considérés comme des emplacements réservés aux personnes autorisées.

Ceci suppose qu'ils

- sont fermés en permanence;
- ne doivent être ouverts que par des personnes dûment autorisées;
- ne sont accessibles qu'à du personnel qualifié;
- portent de façon apparente des écriteaux d'avertissement.

Ces passages doivent avoir les dimensions minimales suivantes:

(A l'étude.)

7.4.5 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en service par du personnel autorisé*

L'accessibilité en service par du personnel autorisé est soumise à l'une ou à plusieurs des prescriptions suivantes selon un accord à réaliser entre le constructeur et l'utilisateur. Ces prescriptions doivent s'ajouter aux mesures de protection spécifiées aux paragraphes 7.4.1 et 7.4.2.

Note. — Ceci implique que les prescriptions ayant fait l'objet d'un accord doivent s'appliquer quand une personne autorisée peut accéder à l'EMU, par exemple à l'aide d'outils ou par neutralisation d'un verrouillage (voir paragraphe 7.4.1.1.3), lorsque l'EMU ou une partie de celui-ci est sous tension.

This applies also to built-in apparatus even if they have a connecting terminal for a protective conductor.

Inside the FBA, the symbol  shall be visibly indicated in addition to the symbol specified in Sub-clause 7.4.2.2.3a).

- f) If doors or covers of the enclosure can be opened without the use of a key or tool, a barrier of insulating material shall be provided which will afford protection against accidental contact not only with the accessible live parts, but also with the exposed conductive parts which are only accessible after the cover has been opened; this barrier, however, shall not be removable except with the use of a tool.

7.4.3 *Discharging of electrical charges*

If the FBA contains equipment which may retain dangerous electrical charges after they have been switched off (capacitors, etc.), a warning plate is required.

Small capacitors such as those used for arc extinction, for delaying the response of relays, etc., shall not be considered dangerous.

7.4.4 *Operating and maintenance gangways within FBAs* (See Sub-clauses 2.7.1 and 2.7.2.)

Note. — Recesses within FBAs of limited depth of the order of 1 m are not considered to be gangways.

7.4.4.1 Gangways separated from the live parts by barriers which provide at least the degree of protection IP 20.

Note. — Fuse bases and lampholders which are fitted with a shroud providing protection against electric shock shall be considered to be sufficiently protected.

The operating and maintenance gangways shall have the following minimum dimensions:

(Under consideration.)

7.4.4.2 Gangways which are not separated from unprotected live parts or which are separated by barriers having a degree of protection of less than IP 20.

These gangways shall be so designed that they can be considered to be locations reserved for authorized persons.

This presupposes that

- they are kept locked;
- they must not be unlocked except by properly authorized persons;
- they are only accessible to qualified persons;
- they are clearly marked with warning notices.

These gangways shall have the following minimum dimensions:

(Under consideration.)

7.4.5 *Requirements related to accessibility in service by authorized personnel*

For accessibility in service by authorized personnel, one or more of the following requirements shall be fulfilled subject to agreement between manufacturer and user. These requirements shall be complementary to the protective measures specified in Sub-clauses 7.4.1 and 7.4.2.

Note. — This implies that the agreed requirements shall be valid when an authorized person can obtain access to the assembly, e.g. by the help of tools or by overriding an interlock (see Sub-clause 7.4.1.1.3) when the FBA or part of it is under voltage.

7.4.5.1 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations analogues*

L'EMU doit être conçu et disposé de telle sorte que certaines opérations, soumises à un accord entre le constructeur et l'utilisateur, puissent être effectuées quand l'EMU est en service et sous tension. De telles opérations peuvent être :

- l'inspection visuelle:
 - des appareils de connexions et autres appareils,
 - des réglages et indicateurs des relais et des déclencheurs,
 - des raccordements des conducteurs et des marques qui y sont apposées;
- le réglage et le réarmement des relais et des déclencheurs;
- le remplacement des éléments de remplacement des coupe-circuit à fusibles;
- le remplacement des lampes de signalisation;
- certaines opérations visant à repérer les défauts, par exemple les mesures de la tension et du courant avec des dispositifs convenablement conçus et isolés.

7.4.5.2 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue de l'entretien*

Pour permettre l'entretien, prévu par accord entre le constructeur et l'utilisateur, d'une unité ou d'un groupe fonctionnel déconnecté de l'EMU, alors que des unités ou groupes fonctionnels adjacents sont maintenus sous tension, il est nécessaire d'adopter certaines mesures. Le choix, qui fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, dépend de facteurs tels que les conditions de service, la fréquence d'entretien, la compétence du personnel autorisé, les règles locales d'installation, etc. De telles mesures peuvent être :

- une distance suffisante entre l'unité ou le groupe fonctionnel considéré et les unités ou les groupes fonctionnels adjacents. Il est recommandé que les parties susceptibles d'être retirées en vue de l'entretien aient autant que possible des moyens de fixation imperdables;
- l'utilisation d'éléments de colonnes protégés par écrans pour chaque unité ou groupe fonctionnel;
- l'utilisation des compartiments pour chaque unité ou groupe fonctionnel.

7.4.5.3 *Prescriptions relatives à l'accessibilité en vue de travaux sous tension*

Lorsqu'il est prescrit de rendre possible un agrandissement futur de l'EMU par des unités ou des groupes fonctionnels supplémentaires alors que le reste de l'ensemble est maintenu sous tension, on applique, sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, les prescriptions spécifiées au paragraphe 7.4.5.2. On applique également ces prescriptions lors de l'insertion et du raccordement de l'ensemble de sorties supplémentaires lorsque les câbles déjà en place sont sous tension.

Note. — Ceci peut être réalisé par l'insertion de moyens supplémentaires de protection fournis ou indiqués par le constructeur.

Sauf dans le cas où la conception de l'EMU permet le raccordement sous tension d'unités supplémentaires à leur alimentation d'entrée, il est admis que ces raccordements ne sont pas effectués sous tension.

7.5 *Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits*

Note. — Pour le moment, ce paragraphe s'applique fondamentalement au matériel pour courant alternatif; les prescriptions relatives au matériel pour courant continu sont à l'étude.

7.5.1 *Généralités*

Les EMU doivent être construits de manière à résister aux contraintes thermiques et dynamiques résultant du courant présumé de court-circuit pour lequel l'EMU est prévu.

Note. — Les contraintes de court-circuit peuvent être réduites par l'utilisation de dispositifs limitant le courant (inductances, fusibles limiteurs d'intensité ou autres dispositifs de coupure limitant le courant).

7.4.5.1 *Requirements related to accessibility for inspection and similar operations*

The FBA shall be designed and arranged in such a way that certain operations, according to agreement between manufacturer and user, can be performed when the assembly is in service and under voltage. Such operations may be:

- visual inspection of:
 - switching devices and other apparatus,
 - settings and indicators of relays and releases,
 - conductor connections and markings;
- adjusting and resetting of relays and releases;
- replacement of fuse-links;
- replacement of indicating lamps;
- certain fault location operations, e.g. voltage and current measuring with suitably designed and insulated devices.

7.4.5.2 *Requirements related to accessibility for maintenance*

To enable maintenance agreed upon between manufacturer and user on a disconnected functional unit or group of the FBA, with adjacent functional units or groups still under voltage, necessary measures shall be taken. The choice, which is subject to agreement between manufacturer and user, depends on such factors as service conditions, frequency of maintenance, competence of the authorized personnel, local installation rules, etc. Such measures may be:

- sufficient space between the actual functional unit or group and adjacent functional units or groups. It is recommended that parts likely to be removed for maintenance have as far as possible retainable fastening means;
- use of barrier-protected sub-sections for each functional unit or group;
- use of compartments for each functional unit or group.

7.4.5.3 *Requirements related to accessibility for extension under voltage*

When it is required to enable future extension of the FBA with additional functional units or groups, with the rest of the assembly still under voltage, the requirements specified in Sub-clause 7.4.5.2 are applied, subject to agreement between manufacturer and user. These requirements are also applied for the insertion and connection of additional outgoing cables when the existing cables are under voltage.

Note. — This can be achieved by the insertion of additional protective means provided or specified by the manufacturer.

Unless the design of the FBA permits connection of additional units to their incoming supply under voltage, it is assumed that these connections are not made under voltage.

7.5 *Short-circuit protection and short-circuit strength*

Note. — For the time being this sub-clause applies primarily to a.c. equipment. Requirements concerning d.c. equipment are under consideration.

7.5.1 *General*

FBA's shall be so constructed as to be capable of withstanding the thermal and dynamic stresses resulting from the prospective short-circuit current for which the FBA is intended.

Note. — The short-circuit stresses may be reduced by the use of current-limiting devices (inductances, current-limiting fuses or other current-limiting switching devices).

Les EMU doivent être protégés contre les courants de court-circuit au moyen, par exemple, de disjoncteurs, de coupe-circuit à fusibles ou d'une combinaison des deux, qui peuvent être soit incorporés dans l'EMU, soit disposés à l'extérieur.

Lorsque l'utilisateur commande un EMU, il doit spécifier les conditions de court-circuit au lieu d'installation.

Note. — Il est souhaitable que le plus haut degré possible de protection pour le personnel soit fourni en cas de défaut amenant la formation d'un arc à l'intérieur d'un EMU, bien que l'objectif primordial doive être d'éviter de tels arcs par une conception appropriée ou de limiter leur durée.

7.5.2 Indications concernant la tenue aux courts-circuits

7.5.2.1 Lorsqu'un EMU comporte une seule unité d'arrivée, le constructeur doit définir la tenue aux courts-circuits comme suit :

7.5.2.1.1 Pour les EMU dont un dispositif de protection contre les courts-circuits est incorporé à l'unité d'arrivée, en indiquant la valeur maximale permise du courant présumé de court-circuit aux bornes de l'unité d'arrivée. Le facteur de puissance et les valeurs de crête correspondants doivent être ceux indiqués au paragraphe 7.5.3.

Si le dispositif de protection contre les courts-circuits est un coupe-circuit à fusibles, le constructeur doit indiquer les caractéristiques de l'élément de remplacement (valeur du courant nominal, pouvoir de coupure, courant coupé limité, I^2t , etc.).

Si on utilise un disjoncteur avec déclenchement temporisé, il peut être nécessaire d'indiquer la temporisation maximale et le réglage correspondant au courant présumé de court-circuit indiqué.

7.5.2.1.2 Pour les EMU dont le dispositif de protection contre les courts-circuits n'est pas incorporé à l'unité d'arrivée, en indiquant la tenue aux courts-circuits d'une ou plusieurs des manières suivantes :

- a) le courant nominal de courte durée admissible (voir paragraphe 4.3) et le courant nominal de crête admissible (voir paragraphe 4.4) ainsi que la durée correspondante si elle diffère de 1 s.

Note. — Pour les durées inférieures à 1 s, la relation entre le courant de courte durée admissible et la durée est donnée par la formule

$$I^2 \cdot t = \text{constante.}$$

Cependant, la valeur de crête de la première demi-onde ainsi obtenue ne doit pas dépasser le courant nominal de crête admissible.

- b) La valeur maximale permise du courant présumé de court-circuit aux bornes de l'unité d'arrivée ainsi que la durée correspondante. La relation entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces doit être celle donnée par le tableau III.

- c) le courant de court-circuit conditionnel nominal (voir paragraphe 4.5).

- d) le courant nominal de court-circuit limité par fusible (voir paragraphe 4.5.1).

Pour c) et d), le constructeur doit indiquer les caractéristiques (valeur du courant nominal, pouvoir de coupure, courant coupé limité, I^2t , etc.) du dispositif de connexion limiteur de courant (par exemple disjoncteur ou coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant) nécessaires à la protection de l'EMU.

Note. — Quand le remplacement des éléments de remplacement est nécessaire, on suppose que des éléments de mêmes caractéristiques sont utilisés.

7.5.2.2 Pour un EMU ayant plusieurs unités d'arrivée non susceptibles de fonctionner simultanément, la tenue aux courts-circuits peut être indiquée pour chacune des unités d'arrivée conformément au paragraphe 7.5.2.1.

FBA shall be protected against short-circuit currents by means of e.g. circuit-breakers, fuses or combinations of both which may either be incorporated in the FBA or arranged outside it.

The user, when ordering an FBA, shall specify the short-circuit conditions at the point of installation.

Note. — It is desirable that the highest possible degree of protection to personnel should be provided in case of a fault leading to arcing inside an FBA, although the prime object should be to avoid such arcs by suitable design or to limit their duration.

7.5.2 Information concerning the short-circuit strength

7.5.2.1 For an FBA having only one incoming unit, the manufacturer shall state the short-circuit strength as follows:

7.5.2.1.1 For FBAs with a short-circuit protective device incorporated in the incoming unit, by indicating the maximum allowable value of prospective short-circuit current at the terminals of the incoming unit. The corresponding power factor and peak values shall be those shown in Sub-clause 7.5.3.

If the short-circuit protective device is a fuse, the manufacturer shall state the characteristics of the fuse-link (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.). If a circuit-breaker with time-delay release is used, it may be necessary to indicate the maximum time delay and current setting corresponding to the indicated prospective short-circuit current.

7.5.2.1.2 For FBAs where the short-circuit protective device is not incorporated in the incoming unit, by indicating the short-circuit strength in one or more of the following ways:

a) The rated short-time withstand current (see Sub-clause 4.3) and the rated peak withstand current (see Sub-clause 4.4) together with the associated time if different from 1 s.

Note. — For times shorter than 1 s, the relation between the short-time withstand current and the time is given by the formula

$$I^2 \cdot t = \text{constant.}$$

However, the peak value of the first loop thus obtained shall not exceed the rated peak withstand current.

b) The maximum allowable value of prospective short-circuit current at the terminals of the incoming unit together with the associated time. The relationship between peak and r.m.s. value shall be as in Table III.

c) The rated conditional short-circuit current (see Sub-clause 4.5).

d) The rated fused short-circuit current (see Sub-clause 4.5.1).

For c) and d) the manufacturer shall indicate the characteristics (current rating, breaking capacity, cut-off current, I^2t , etc.) of the current limiting switching devices (e.g. current limiting circuit-breakers or fuses) necessary for the protection of the FBA.

Note. — When replacement of fuse-links is referred to, it is assumed that fuse-links with the same characteristics are used.

7.5.2.2 For an FBA having several incoming units which are unlikely to be in operation simultaneously, the short-circuit strength can be indicated for each of the feed-in units in accordance with Sub-clause 7.5.2.1.

- 7.5.2.3 Pour un EMU ayant plusieurs unités d'arrivée susceptibles de fonctionner simultanément, et pour un EMU ayant une unité d'arrivée et une ou plusieurs unités de sortie pour machines tournantes de puissance élevée de nature à alimenter le court-circuit, un accord spécial doit déterminer les valeurs du courant présumé de court-circuit dans chaque unité d'arrivée, chaque unité de départ et dans les jeux de barres.

7.5.3 *Relation entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces du courant de court-circuit*

La valeur du courant de crête de court-circuit (valeur de crête de la première demi-onde du courant de court-circuit y compris la composante apériodique du courant) pour déterminer les contraintes électrodynamiques doit être obtenue en multipliant la valeur efficace du courant de court-circuit par le facteur n . Les valeurs normalisées du facteur n et le facteur de puissance correspondant sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III

Valeur efficace du courant de court-circuit	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5 \text{ kA}$	0,7	1,5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 \text{ kA} < I \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$50 \text{ kA} < I$	0,2	2,2

Note. — Les valeurs du tableau III correspondent à la majorité des applications. Dans des lieux spéciaux, par exemple à proximité de transformateurs ou de générateurs, le facteur de puissance pourra atteindre des valeurs plus faibles: la valeur de crête du courant présumé maximal deviendra donc la valeur limite au lieu de la valeur efficace du courant de court-circuit.

7.5.4 *Coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits*

- 7.5.4.1 La coordination des dispositifs de protection doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. L'indication donnée dans le catalogue du constructeur peut tenir lieu d'un tel accord.

- 7.5.4.2 Si les conditions de service demandent une continuité maximale d'alimentation, les réglages ou le choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits dans l'EMU doivent être réglés de telle sorte qu'un court-circuit se produisant dans tout circuit de départ soit éliminé par le dispositif de coupure installé dans le circuit de départ defectueux sans affecter les autres départs, assurant ainsi la sélectivité du système de protection.

7.5.5 *Circuits à l'intérieur d'un EMU*

7.5.5.1 *Circuits principaux*

Les jeux de barres principaux (nus ou isolés) doivent être disposés de telle sorte qu'un court-circuit interne ne soit pas à craindre dans les conditions normales de service. Sauf spécification contraire, ils doivent être dimensionnés conformément aux renseignements concernant la puissance de court-circuit (voir paragraphe 7.5.2) et conçus pour résister au moins aux contraintes de court-circuit limitées par le ou les dispositifs de protection situés en amont des jeux de barres principaux.

Les conducteurs entre les jeux de barres principaux et l'amont d'une seule unité fonctionnelle ainsi que les éléments constitutifs de celle-ci peuvent être conçus sur la base des contraintes réduites de court-circuit se produisant à l'aval du dispositif de protection contre les courts-circuits de cette unité fonctionnelle, pourvu que la disposition des circuits soit telle qu'un court-

- 7.5.2.3 For an FBA having several incoming units which are likely to be in operation simultaneously, and for an FBA having one incoming unit and one or several outgoing units for high-power rotating machines likely to contribute to the short-circuit current, a special agreement shall be made to determine the values of prospective short-circuit current in each incoming unit, outgoing unit, and in the busbars.

7.5.3 *Relationship between peak and r.m.s. values of short-circuit current*

The value of peak short-circuit current (peak value of the first loop of the short-circuit current including d.c. component) for determining the electrodynamic stresses shall be obtained by multiplying the r.m.s. value of the short-circuit current by the factor n . Standard values for factor n and the corresponding power factor are given in Table III.

TABLE III

r.m.s. value of short-circuit current	$\cos \phi$	n
$I \leq 5 \text{ kA}$	0.7	1.5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0.5	1.7
$10 \text{ kA} < I \leq 20 \text{ kA}$	0.3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0.25	2.1
$50 \text{ kA} < I$	0.2	2.2

Note. — These values represent the majority of applications. In special locations, e.g. in the vicinity of transformers or generators, lower values of power factor may be found, whereby the maximum prospective peak current may become the limiting value instead of the r.m.s. value of the short-circuit current.

7.5.4 *Co-ordination of short-circuit protective devices*

- 7.5.4.1 The co-ordination of protective devices shall be the subject of an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

- 7.5.4.2 If the operating conditions require maximum continuity of supply, the settings or selection of the short-circuit protective devices within the FBA shall be so graded that a short-circuit occurring in any outgoing branch circuit is cleared by the switching device installed in the faulted branch circuit without affecting the other outgoing branch circuits, thus ensuring selectivity of the protective system.

7.5.5 *Circuits within an FBA*

7.5.5.1 *Main circuits*

The main busbars (bare or insulated) shall be arranged in such a manner that an internal short-circuit is not to be expected under normal operating conditions. Unless otherwise specified, they shall be rated in accordance with the information concerning the short-circuit strength (see Sub-clause 7.5.2) and designed to withstand at least the short-circuit stresses limited by the protective device(s) on the supply side of the main busbars.

The conductors between the main busbars and the supply side of a single functional unit as well as the components included in this unit may be rated on the basis of the reduced short-circuit stresses occurring, on the load side of the short-circuit protective device in this unit provided that the circuits are arranged such that under normal operating conditions an internal short-circuit is

circuit interne n'ait que peu de chances de se produire dans les conditions normales de service. Ceci s'applique également aux conducteurs d'alimentation d'une seule unité fonctionnelle à l'intérieur d'EMU ne contenant pas de jeux de barres principaux.

7.5.5.2 *Circuits auxiliaires*

En général, les circuits auxiliaires doivent être protégés contre les effets des courts-circuits. Cependant un dispositif de protection contre les courts-circuits ne doit pas être fourni si son fonctionnement est de nature à causer un danger. Dans un cas semblable, les conducteurs des circuits auxiliaires doivent être disposés d'une manière telle que des courts-circuits ne soient pas à redouter dans les conditions normales de service.

7.6 *Constituants installés dans les EMU*

7.6.1 *Sélection des constituants*

Les constituants doivent être adaptés à leur application particulière en ce qui concerne leurs tensions nominales, leurs courants nominaux, leur durée de vie, leurs pouvoirs de fermeture et de coupure, leur tenue aux courts-circuits, etc.

Les constituants dont la tenue aux courts-circuits et/ou le pouvoir de coupure est insuffisant pour résister aux contraintes de nature à se produire au lieu de l'installation doivent être protégés au moyen de dispositifs de protection limitant le courant, par exemple des coupe-circuit à fusibles ou des disjoncteurs. Lorsque l'on choisit des fusibles d'accompagnement pour les appareils de connexion incorporés, il faut prendre en considération les valeurs maximales admissibles spécifiées par le constructeur de l'appareil, en tenant bien compte de la coordination (voir paragraphe 7.5.4).

Les constituants incorporés dans les EMU doivent être conformes aux recommandations correspondantes de la CEI.

7.6.2 *Installation des constituants*

Les constituants doivent être installés conformément aux instructions de leur constructeur (position d'utilisation, distances à observer pour les arcs électriques ou pour le remplacement des chambres d'extinction d'arcs, etc.).

7.6.2.1 *Accessibilité*

Les appareils, les unités fonctionnelles montées sur le même support (platine, cadre) et les bornes pour les conducteurs extérieurs doivent être disposés de manière à être accessibles pour le montage, le câblage, l'entretien et le remplacement.

Les dispositifs de réglage et de réarmement qui doivent être manœuvrés à l'intérieur de l'EMU doivent être facilement accessibles.

En général, pour les ensembles montés sur le sol, les appareils indicateurs qui ont besoin d'être lus par l'opérateur ne devront pas être placés à une hauteur supérieure à 2 m au-dessus de la base de l'EMU. Les organes de commande tels que les poignées, les boutons-poussoirs, etc., devront être installés à une hauteur telle qu'ils puissent être facilement manœuvrés; cela signifie qu'en général leur ligne médiane ne doit pas se trouver à une hauteur supérieure à 1,90 m au-dessus de la base de l'EMU.

Note. — Il est recommandé que les EMU fixés aux murs ou montés sur le sol soient installés à une hauteur par rapport au plancher de service telle que les prescriptions ci-dessus pour l'accessibilité et les hauteurs de commande soient observées.

only a remote possibility. This also applies to the conductors on the supply side of single functional units within FBAs not containing main busbars.

7.5.5.2 *Auxiliary circuits*

In general, auxiliary circuits shall be protected against the effects of short-circuits. However, a short-circuit protective device shall not be provided if its operation is liable to cause a danger. In such a case, the conductors of auxiliary circuits shall be arranged in such a manner that short-circuits would not be expected under normal operating conditions.

7.6 *Components installed in FBAs*

7.6.1 *Selection of components*

The components shall be suitable for the particular application with respect to their rated voltages, rated currents, service life, making and breaking capacities, short-circuit strength, etc.

Components having a short-circuit strength and/or a breaking capacity which is insufficient to withstand the stresses likely to occur at the place of installation, shall be protected by means of current-limiting protective devices, e.g. fuses or circuit-breakers. When selecting back-up fuses for built-in switching devices, account shall be taken of the maximum permissible values specified by the manufacturer of the device, having due regard to co-ordination (see Sub-clause 7.5.4).

Components incorporated in the FBAs shall comply with the relevant IEC recommendations.

7.6.2 *Installation of components*

Components shall be installed in accordance with the instructions of their manufacturer (position of use, clearances to be observed for electric arcs or for the removal of the arc chute, etc.).

7.6.2.1 *Accessibility*

The apparatus, functional units mounted on the same support (mounting plate, mounting frame) and the terminals for external conductors shall be so arranged as to be accessible for mounting, wiring, maintenance and replacement.

Adjusting and resetting devices which have to be operated inside the FBA shall be easily accessible.

In general, for floor-mounted assemblies, indicating instruments which need to be read by the operator should not be located higher than 2 m above the base of the FBA. Operating devices such as handles, push buttons, etc., should be located at such a height that they can easily be operated; that means that in general their centreline should not be higher than 1.90 m above the base of the FBA.

Note. — It is recommended that wall-mounted and floor-mounted FBAs should be installed at such a height with respect to the operating level that the above requirements for accessibility and operating heights are met.

7.6.2.2 *Influences mutuelles*

Les appareils doivent être installés et câblés dans l'EMU de telle sorte que leur bon fonctionnement ne soit pas compromis par les influences mutuelles, par exemple : chaleur, arcs, vibrations, champs énergétiques, etc., qui se produisent en service normal.

Dans le cas d'enveloppes destinées à recevoir des coupe-circuit à fusibles, il faut prendre spécialement en considération les effets thermiques (voir paragraphe 7.3). Le constructeur doit indiquer le type et les valeurs nominales des éléments de remplacement à utiliser.

7.6.2.3 *Ecrans*

Les écrans pour les appareils à commande manuelle doivent être conçus de telle sorte que les arcs de coupure ne présentent pas de danger pour l'opérateur.

Pour diminuer tout danger lors du remplacement des éléments de remplacement des fusibles, des écrans entre phases doivent être installés, à moins que la structure et l'emplacement des coupe-circuit à fusibles ne rendent la chose inutile.

7.6.2.4 *Conditions existant au lieu de l'installation*

Les constituants des EMU sont choisis sur la base des conditions usuelles d'emploi définies dans le paragraphe 6.1 (voir aussi paragraphe 7.6.2.2).

Quand cela est nécessaire, des précautions appropriées (chauffage, ventilation) doivent être prises pour que les conditions de service essentielles au bon fonctionnement soient respectées. Par exemple, pour certains relais, compteurs, etc., la température de fonctionnement ne doit pas tomber au-dessous de $+5^{\circ}\text{C}$.

7.6.2.5 *Refroidissement*

Les EMU peuvent être munis soit d'un système de refroidissement naturel soit d'un système de refroidissement forcé. Si des précautions spéciales sont nécessaires à l'emplacement d'installation pour assurer un refroidissement convenable, le constructeur doit fournir les renseignements nécessaires (par exemple, observation de distances avec les pièces susceptibles d'empêcher la dissipation de la chaleur ou de produire elles-mêmes de la chaleur).

7.6.3 *Parties fixes*

Dans le cas de parties fixes (voir paragraphe 2.2.6), les connexions des circuits principaux (voir paragraphe 2.1.3) ne peuvent être établies ou coupées que quand l'EMU est mis hors tension. En général, l'enlèvement et l'installation de parties fixes exigent l'utilisation d'un outil.

La séparation d'une partie fixe peut nécessiter la séparation de tout l'EMU ou d'une partie de celui-ci.

Note. — Si dans certaines conditions il est permis de travailler sur les circuits sous tension, les précautions de sécurité qui s'imposent doivent être prises.

7.6.4 *Parties amovibles et parties débrochables*

7.6.4.1 *Constructions*

Les parties amovibles et les parties débrochables doivent être conçues de telle sorte que leur équipement électrique puisse être sectionné du circuit principal ou connecté à celui-ci en toute sécurité tandis que ce circuit est sous tension. Les valeurs minimales de distances d'isolement et de lignes de fuite (voir paragraphe 7.1.2.1) doivent être respectées dans les différentes positions aussi bien qu'au cours du passage d'une position à une autre.

Notes 1. — Cela peut exiger l'emploi d'outils convenables.

2. — Il peut être nécessaire de s'assurer que ces manœuvres ne sont pas effectuées en charge.

7.6.2.2 *Interaction*

The equipment shall be installed and wired in the FBA in such a manner that its proper functioning is not impaired by interaction, such as heat, arcs, vibration, fields of energy, which are due to the normal function.

In the case of enclosures designed to accommodate fuses, special consideration shall be given to thermal effects (see Sub-clause 7.3). The manufacturer shall state the type and rating of the fuse-links to be used.

7.6.2.3 *Barriers*

Barriers for manual switching devices shall be so designed that the switching arcs do not present a danger to the operator.

To minimize danger when replacing fuse-links, interphase barriers shall be applied unless the design and location of the fuses makes this unnecessary.

7.6.2.4 *Conditions existing at site of installation*

The components for FBAs are selected on the basis of the normal service conditions specified in Sub-clause 6.1 (see also Sub-clause 7.6.2.2).

Where necessary, suitable precautions (heating, ventilation) shall be taken to ensure that the service conditions essential for proper functioning are maintained. For example, for certain relays, meters, etc., the operating temperature shall not fall below $+5^{\circ}\text{C}$.

7.6.2.5 *Cooling*

For FBAs both natural and forced cooling may be provided. If special precautions are required at the place of installation to ensure proper cooling, the manufacturer shall furnish the necessary information (e.g. provision of clearances with respect to parts that are liable to impede the dissipation of heat or produce heat themselves).

7.6.3 *Fixed parts*

In the case of fixed parts (see Sub-clause 2.2.6), the connections of main circuits (see Sub-clause 2.1.3) can only be established or broken when the FBA is dead. In general, removal and installation of fixed parts requires the use of a tool.

The disconnection of a fixed part may require the disconnection of the complete FBA or part of it.

Note. — If under certain conditions working on the live circuits is allowed, the relevant safety precautions must be respected.

7.6.4 *Removable parts and withdrawable parts*

7.6.4.1 *Design*

The removable parts and withdrawable parts shall be so designed that their electrical equipment can be safely disconnected from or connected to the main circuit whilst this circuit is live. Minimum clearances and creepage distances (see Sub-clause 7.1.2.1) shall be complied with in the different positions as well as during transfer from one position to another.

Notes 1. — This may require the use of proper tools.

2. — It may be necessary to ensure that these operations are not performed under load.

Ces parties amovibles doivent avoir une position raccordée (voir paragraphe 2.2.9) et une position retirée (voir paragraphe 2.2.12).

Les parties débrochables doivent avoir en outre une position de sectionnement (voir paragraphe 2.2.11) et elles peuvent avoir une position d'essai (voir paragraphe 2.2.10).

7.6.4.2 *Verrouillage et cadenassage des parties débrochables*

Sauf spécification contraire, les parties débrochables doivent être munies d'un dispositif qui assure que les appareils ne peuvent être retirés et/ou réinsérés que si leur circuit principal a été préalablement ouvert.

Afin d'empêcher toute manœuvre non autorisée, les parties débrochables peuvent être munies d'un cadenas ou de serrures pour les immobiliser dans une ou plusieurs de leurs positions.

7.6.4.3 *Degré de protection*

Le degré de protection (voir paragraphe 7.2.1) indiqué pour les EMU s'applique normalement à la position de service (voir paragraphe 2.2.9) des parties amovibles et/ou débrochables. Si cela est nécessaire, le constructeur doit indiquer le degré de protection obtenu dans les autres positions et pendant le passage entre positions différentes.

Les EMU avec des parties débrochables peuvent être conçus de telle sorte que le degré de protection s'appliquant à la position de service soit aussi maintenu dans les positions d'essai et de sectionnement et pendant le passage d'une position à une autre.

Si, après l'enlèvement d'une partie amovible et/ou débrochable, le degré antérieur de protection n'est pas maintenu, un accord doit être conclu au sujet des mesures à prendre pour assurer une protection appropriée. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

7.6.4.4 *Mode de connexion des circuits auxiliaires*

Les circuits auxiliaires peuvent être conçus de telle sorte qu'ils puissent être ouverts avec ou sans l'usage d'outils.

Dans le cas de parties débrochables, la connexion des circuits auxiliaires doit de préférence être possible sans utiliser un outil.

7.6.5 *Identification*

7.6.5.1 *Identification des conducteurs des circuits principaux et auxiliaires*

A l'exception des cas mentionnés dans le paragraphe 7.6.5.2, la méthode et le mode opératoire de l'identification des conducteurs, par exemple par chiffres, couleurs ou symboles, relèvent de la responsabilité du constructeur et doivent être conformes aux indications des schémas et dessins de câblage. Ces repères d'identification peuvent être limités aux extrémités des conducteurs.

7.6.5.2 *Identification du conducteur de protection (PE)* et du conducteur neutre (N)* des circuits principaux*

Le conducteur de protection doit être facile à distinguer par sa forme, son emplacement, son repère ou sa couleur. Si on utilise le repérage par la couleur, celle-ci doit consister en la double coloration vert/jaune. Lorsque le conducteur de protection est un câble isolé à un conducteur, cette identification par la couleur doit être utilisée, de préférence sur toute la longueur.

Note. — La double coloration vert/jaune d'identification est strictement réservée au conducteur de protection.

Tout conducteur neutre du circuit principal devra être facile à distinguer par sa forme, son emplacement, son repère ou sa couleur. Si on utilise l'identification par la couleur, il est recommandé de choisir une couleur bleu clair.

* A l'étude par le SC 3A de la CEI.

Removable parts shall have a connected position (see Sub-clause 2.2.9) and a removed position (see Sub-clause 2.2.12).

Withdrawable parts shall have in addition a disconnected position (see Sub-clause 2.2.11) and may have a test position (see Sub-clause 2.2.10).

7.6.4.2 *Interlocking and padlocking of withdrawable parts*

Unless otherwise specified, withdrawable parts shall be fitted with a device which ensures that the apparatus can only be withdrawn and/or re-inserted after its main circuit has been interrupted.

In order to prevent unauthorized operation, withdrawable parts may be provided with a padlock or lock to secure them in one or more of their positions.

7.6.4.3 *Degree of protection*

The degree of protection (see Sub-clause 7.2.1) indicated for FBAs normally applies to the connected position (see Sub-clause 2.2.9) of the removable and/or withdrawable parts. If required, the manufacturer shall indicate the degree of protection obtained in the other positions and during the transfer between positions.

FBAs with withdrawable parts may be so designed that the degree of protection applying to the connected position is also maintained in the test and disconnected positions and during transfer from one position to another.

If, after the removal of a removable and/or withdrawable part, the original degree of protection is not maintained, an agreement shall be reached as to what measures shall be taken to ensure adequate protection. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

7.6.4.4 *Mode of connection of auxiliary circuits*

Auxiliary circuits may be so designed that they can be opened with or without the use of a tool.

In the case of withdrawable parts, the connection of the auxiliary circuits shall preferably be possible without the use of tools.

7.6.5 *Identification*

7.6.5.1 *Identification of the conductors of main and auxiliary circuits*

With the exception of the cases mentioned in Sub-clause 7.6.5.2, the method and extent of identification of conductors, e.g. by numbers, colours or symbols, is the responsibility of the manufacturer and it shall be in agreement with the indications on the wiring diagrams and drawings. This identification may be limited to the end of the conductors.

7.6.5.2 *Identification of the protective conductor (PE)* and of the neutral conductor (N)* of the main circuits*

The protective conductor shall be readily distinguishable by shape, location, marking or colour. If identification by colour is used, it must be green and yellow (twin-coloured). When the protective conductor is an insulated single-core cable, this colour identification shall be used, preferably throughout the whole length.

Note. — The colour identification green/yellow is strictly reserved for the protective conductor.

Any neutral conductor of the main circuit should be readily distinguishable by shape, location, marking or colour. If identification by colour is used, it is recommended to select a light blue colour.

* Under consideration by IEC SC 3A.

Les bornes de raccordement des conducteurs de protection extérieurs doivent être marquées du symbole  *. Ce symbole n'est pas nécessaire quand le conducteur de protection est raccordé à un conducteur qui est identifié clairement avec la double coloration vert/jaune.

Note. — Identification des bornes des conducteurs neutres : à l'étude.

7.6.5.3 *Sens de manœuvre et indication des positions de commande*

Elles doivent être conformes aux prescriptions s'appliquant aux appareils concernés, si de telles prescriptions existent.

7.7 *Séparations à l'intérieur d'un EMU au moyen d'écrans ou de cloisons*

On peut obtenir une ou plusieurs des conditions suivantes en divisant les EMU, au moyen de cloisons ou d'écrans, en compartiments séparés ou en sous-sections sous écrans :

- protection contre le contact avec des parties actives appartenant aux unités fonctionnelles voisines ;
- limitation du risque d'amorçage accidentel d'arcs ;

Note. — Les effets d'un arc accidentel peuvent être réduits considérablement en utilisant des moyens limitant l'amplitude et la durée du courant de court-circuit.

- protection contre le passage de corps solides étrangers d'une unité d'un EMU à une unité voisine.

Le but et l'étendue de la séparation interne doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

7.8 *Liaisons électriques à l'intérieur d'un EMU. Barres et conducteurs isolés*

7.8.1 *Généralités*

Les connexions des pièces parcourues par le courant ne doivent pas subir de modifications inadmissibles à la suite d'un échauffement normal, du vieillissement des matériaux isolants et des vibrations se produisant en service normal. En particulier, les effets de la dilatation thermique et des couples électrochimiques dans le cas de métaux différents et les effets de la résistance des matériaux aux températures atteintes doivent être pris en considération.

Les connexions entre les pièces parcourues par le courant doivent être établies par des moyens assurant une pression de contact suffisante et durable.

7.8.2 *Dimensions et valeurs nominales des barres et des conducteurs isolés*

Le choix des sections de conducteurs à l'intérieur de l'EMU relève de la responsabilité du constructeur. En plus de l'importance du courant, ce choix est guidé par les contraintes mécaniques auxquelles l'EMU est soumis par le mode de pose des conducteurs, par le type d'isolation et, s'il y a lieu, par le type des éléments raccordés (par exemple électronique).

7.8.3 *Filerie (voir aussi paragraphe 7.8.2)*

7.8.3.1 Les conducteurs isolés doivent être au moins définis en fonction de la tension nominale d'isolement (voir paragraphe 4.1.2) du circuit considéré. (Valeurs minimales de la tension nominale d'isolement pour les conducteurs utilisés : à l'étude.)

* A l'étude par la SC 3A de la CEI.

The terminals for external protective conductors shall be marked with the protection symbol  *. This symbol is not required when the protective conductor is connected to a conductor which is clearly identified with the colours green-yellow.

Note. — Marking for the terminals for neutral conductors: under consideration.

7.6.5.3 *Direction of operation and indication of switching positions*

These must be in agreement with the specifications applying to the apparatus concerned, if such specifications exist.

7.7 *Internal separation of FBAs by barriers or partitions*

One or more of the following conditions can be attained by dividing FBAs by means of partitions or barriers into separate compartments or barriered sub-sections:

- protection against contact with live parts belonging to the adjacent functional units;
- limitation of the probability of accidentally initiating arcs;

Note. — The effects of an accidental arc can be reduced considerably by the use of means limiting the magnitude and duration of the short-circuit current.

- protection against the passage of solid foreign bodies from one unit of an FBA to an adjacent unit.

The purpose and extent of internal separation shall be the subject of an agreement between manufacturer and user.

7.8 *Electrical connections inside an FBA: Bars and insulated conductors*

7.8.1 *General*

The connections of current-carrying parts shall not suffer undue alteration as a result of normal temperature rise, ageing of the insulating materials and vibrations occurring in normal operation. In particular, the effects of thermal expansion and of the electrolytic action in the case of dissimilar metals, and the effects of the endurance of the materials to the temperatures attained, shall be taken into consideration.

Connections between current-carrying parts shall be established by means which ensure a sufficient and durable contact pressure.

7.8.2 *Dimensions and rating of busbars and insulated conductors*

The choice of cross-sections of conductors inside the FBA shall be the responsibility of the manufacturer. In addition to the amount of current, it is governed by the mechanical stresses to which the FBA is subjected, by the way these conductors are laid, by the type of insulation and, if applicable, by the kind of elements connected (e.g. electronics).

7.8.3 *Wiring (see also Sub-clause 7.8.2)*

- 7.8.3.1 The insulated conductors shall be at least rated for the rated insulation voltage (see Sub-clause 4.1.2) of the circuit concerned. (Minimum values of rated insulation voltage for the conductors used: under consideration.)

* Under consideration by IEC SC 3A.

- 7.8.3.2 Les conducteurs isolés entre deux dispositifs de connexion ne doivent pas avoir de raccordements intermédiaires avec une épissure ou une soudure. Les connexions doivent, dans toute la mesure possible, se faire sur des bornes fixes.
- 7.8.3.3 Les conducteurs isolés ne doivent pas reposer contre des parties nues sous tension portées à un potentiel différent ni contre des arêtes vives.
- 7.8.3.4 Les conducteurs d'alimentation des appareils et des instruments de mesure montés sur des panneaux ou des portes doivent être disposés de manière qu'aucun dommage mécanique ne puisse advenir aux conducteurs à la suite du mouvement des panneaux ou des portes.
- 7.8.3.5 Si les bornes ne conviennent pas pour le type de conducteur utilisé, il faut utiliser des dispositifs de raccordement appropriés (manchons, cosses, etc.).
- 7.8.3.6 Les connexions soudées à des appareils ne sont autorisées dans les EMU que dans les cas où les appareils sont prévus pour ce type de connexion.
Lorsque cet équipement est sujet à de fortes vibrations en service normal, les conducteurs (câbles ou fils) raccordés par soudure doivent être fixés mécaniquement par des moyens complémentaires à courte distance du point de soudure.
- 7.8.3.7 Dans les endroits où se produisent de fortes vibrations en service normal, par exemple sur les dragues et grues, à bord de navires, d'équipement de levage et de locomotives, il faut accorder une attention particulière à la fixation des conducteurs. Pour les appareils autres que ceux mentionnés dans le paragraphe 7.8.3.6, les pattes soudées ou les extrémités soudées des conducteurs à âme câblée ne sont pas autorisées dans des conditions de vibrations accentuées.
- 7.8.3.8 De façon générale, on ne doit raccorder qu'un seul conducteur par borne; on ne peut admettre le raccordement de plusieurs conducteurs à une seule borne que si celle-ci a été conçue à cet effet.

8. Prescriptions concernant les essais

8.1 Classification des essais

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques d'un EMU comprennent:

- des essais de type (voir paragraphes 8.1.1 et 8.2),
- des essais individuels (voir paragraphes 8.1.2 et 8.3).

8.1.1 Essais de type (voir paragraphe 8.2)

Les essais de type sont conçus pour vérifier la conformité aux prescriptions exposées dans la présente recommandation pour un type donné d'EMU.

Les essais de type seront effectués sur un exemplaire d'un tel EMU ou sur telles pièces d'EMU fabriquées d'après le même plan ou d'après des plans semblables.

Ils doivent être effectués à l'initiative du constructeur.

Les essais de type comportent:

- a) la vérification des limites d'échauffement (paragraphe 8.2.1),
- b) la vérification des propriétés diélectriques (paragraphe 8.2.2),
- c) la vérification de la tenue aux courts-circuits (paragraphe 8.2.3),
- d) la vérification de la continuité du circuit de protection (paragraphe 8.2.4),

- 7.8.3.2 Insulated conductors between two connecting devices shall have no intervening splices or soldered joints. Connections shall, as far as possible, be made at fixed terminals.
- 7.8.3.3 Insulated conductors shall not rest against bare live parts at different potentials or sharp edges.
- 7.8.3.4 Supply leads to apparatus and measuring instruments in covers or doors shall be so installed that no mechanical damage can occur to the conductors as a result of movement of the said covers or doors.
- 7.8.3.5 If the terminals are not suitable for the type of conductor used, suitable terminating means (sleeves, cable-lugs, etc.) shall be used.
- 7.8.3.6 Soldered connections to apparatus shall be permitted in FBAs only in cases where provision is made for this type of connection on the apparatus.
Where this equipment is subject to heavy vibration during normal operation, soldered cables or wire connections shall be mechanically secured by means in addition to the soldering at a short distance from the soldered spot.
- 7.8.3.7 In locations where heavy vibrations exist, e.g. in the case of dredger and crane operation, operation on board ships, lifting equipment and locomotives, attention should be given to the support of the conductors. For apparatus other than those mentioned in Sub-clause 7.8.3.6, soldering cable lugs or soldered ends of stranded conductors are not acceptable under conditions of heavy vibration.
- 7.8.3.8 Generally only one conductor should be connected to a terminal; the connection of two or more conductors to one terminal is permissible only in those cases where the terminals are designed for this purpose.

8. Test specifications

8.1 Classification of tests

The tests to verify the characteristics of an FBA include:

- type tests (see Sub-clauses 8.1.1 and 8.2),
- routine tests (see Sub-clauses 8.1.2 and 8.3).

8.1.1 Type tests (see Sub-clause 8.2)

Type tests are intended to verify compliance with the requirements laid down in this recommendation for a given type of FBA.

Type tests will be carried out on a sample of such an FBA or on such parts of FBAs manufactured to the same or a similar design.

They shall be carried out on the initiative of the manufacturer,

Type tests include:

- a) verification of temperature-rise limits (Sub-clause 8.2.1),
- b) verification of the dielectric properties (Sub-clause 8.2.2),
- c) verification of the short-circuit strength (Sub-clause 8.2.3),
- d) verification of the continuity of the protective circuit (Sub-clause 8.2.4),

- e) la vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite (paragraphe 8.2.5),
- f) la vérification du fonctionnement mécanique (paragraphe 8.2.6),
- g) la vérification du degré de protection (paragraphe 8.2.7).

Ces essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre et/ou sur différents échantillons du même type.

Si des modifications sont apportées aux éléments constitutifs de l'EMU, de nouveaux essais de type ne doivent être effectués que dans la mesure où de telles modifications sont de nature à affecter d'une manière notable et défavorable les résultats de ces essais.

8.1.2 *Essais individuels (voir paragraphe 8.3)*

Les essais individuels ont pour but de détecter les défauts affectant le matériel et la fabrication. Ils sont effectués sur tout nouvel EMU après son montage ou sur chaque unité de transport. Aucun autre essai individuel au lieu d'installation n'est nécessaire.

Les EMU qui sont montés à partir de constituants normalisés en dehors des ateliers du constructeur de ces constituants, en utilisant exclusivement des pièces et des accessoires spécifiés ou fournis par le constructeur dans ce but, doivent être soumis à un essai individuel par l'établissement qui a assemblé l'EMU.

Les essais individuels comportent :

- a) l'inspection de l'EMU y compris l'inspection de la filerie et, si cela est nécessaire, un essai de fonctionnement électrique (voir paragraphe 8.3.1);
- b) un essai diélectrique (voir paragraphe 8.3.2);
- c) une vérification des mesures de protection et de la continuité électrique du circuit de protection (voir paragraphe 8.3.3).

Ces essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre.

Note. — Le fait que les essais individuels sont effectués dans les ateliers du constructeur ne libère pas l'établissement installant l'EMU de l'obligation de le vérifier après son transport et son installation.

8.1.3 *Essai des appareils et des constituants indépendants incorporés dans l'EMU*

Ni les essais de type, ni les essais individuels ne sont exigés pour les appareils et les constituants indépendants incorporés dans l'EMU lorsqu'ils ont été choisis conformément au paragraphe 7.6.1 et installés conformément aux instructions du constructeur.

8.2 *Essais de type*

8.2.1 *Vérification des limites d'échauffement*

8.2.1.1 *Généralités*

L'essai d'échauffement est prévu pour vérifier que les limites d'échauffement spécifiées dans le paragraphe 7.3 pour les différentes pièces de l'EMU ne sont pas dépassées.

L'essai doit normalement être effectué aux valeurs du courant nominal conformément au paragraphe 8.2.1.3 avec des appareils de l'EMU installés.

Dans certains cas, l'essai peut être effectué à l'aide de résistances chauffantes de puissance dissipée équivalente conformément au paragraphe 8.2.1.4.

L'essai doit être effectué conformément au type de service pour lequel l'échantillon est conçu.

Il est permis d'essayer des pièces individuelles (panneaux, coffrets, enveloppes, etc.) de l'EMU (voir paragraphe 8.2.1.2) pourvu que des précautions convenables soient prises pour rendre l'essai représentatif.

- e) verification of clearances and creepage distances (Sub-clause 8.2.5),
- f) verification of mechanical operation (Sub-clause 8.2.6),
- g) verification of the degree of protection (Sub-clause 8.2.7).

These tests may be carried out in any order and/or on different samples of the same type.

If modifications are made to the components of the FBA, new type tests have to be carried out only in so far as such modifications are likely to adversely affect the results of these tests.

8.1.2 *Routine tests (see Sub-clause 8.3)*

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship. They are carried out on every new FBA after its assembly or on each transport unit. Another routine test at the place of installation is not required.

FBA's which are assembled from standardized components outside the works of the manufacturer of these components, by the exclusive use of parts and accessories specified or supplied by the manufacturer for this purpose, shall be routine-tested by the firm which has assembled the FBA.

Routine tests include:

- a) inspection of the FBA including inspection of wiring and if necessary, electrical operation test (see Sub-clause 8.3.1);
- b) dielectric test (see Sub-clause 8.3.2);
- c) checking of protective measures and of the electrical continuity of the protective circuit (see Sub-clause 8.3.3).

These tests may be carried out in any order.

Note. — The performance of the routine tests at the manufacturer's works does not relieve the firm installing the FBA from the duty of checking it after transport and installation.

8.1.3 *Testing of devices and self-contained components incorporated in the FBA*

Type tests or routine tests are not required to be carried out on devices and self-contained components incorporated in the FBA when they have been selected in accordance with Sub-clause 7.6.1 and installed in accordance with the instructions of the manufacturer.

8.2 *Type tests*

8.2.1 *Verification of temperature-rise limits*

8.2.1.1 *General*

The temperature-rise test is designed to verify that the temperature-rise limits specified in Sub-clause 7.3 for the different parts of the FBA are not exceeded.

The test shall normally be carried out at the values of rated current in accordance with Sub-clause 8.2.1.3, with the apparatus of the FBA installed.

In certain cases, the test may be carried out with the aid of heating resistors of an equivalent power loss in accordance with Sub-clause 8.2.1.4.

The test shall be carried out in accordance with the type of duty for which the sample is designed.

It is permissible to test individual parts (panels, boxes, enclosures, etc.) of the FBA (see Sub-clause 8.2.1.2), provided proper precautions are taken to make the test representative.

L'essai d'échauffement sur les circuits individuels doit être fait avec le type de courant pour lequel ils sont conçus et avec la fréquence prévue. Les tensions d'essai utilisées doivent être telles qu'un courant égal au courant déterminé selon le paragraphe 8.2.1.3 passe à travers les circuits. Les bobines des relais, des contacteurs, des déclencheurs, etc., doivent être alimentées à la tension nominale.

Les EMU ouverts n'ont pas besoin d'être soumis à l'essai d'échauffement s'il ressort clairement des essais de type effectués sur les parties individuelles ou de la dimension des conducteurs et de la disposition des appareils qu'il n'y aura pas d'échauffement excessif et qu'aucun dommage ne sera causé à l'équipement connecté à l'EMU ni aux pièces adjacentes en matière isolante.

8.2.1.2 *Disposition de l'EMU*

L'EMU doit être disposé comme pour l'usage normal avec tous les panneaux, etc., en place.

Lorsqu'on fait l'essai des pièces individuelles ou d'unités de construction, il est nécessaire que les panneaux ou unités adjacents produisent les mêmes conditions de température qu'en service normal. Des résistances de chauffage peuvent être utilisées.

8.2.1.3 *Essai d'échauffement, tous les appareils étant parcourus par le courant*

L'essai doit être fait sur une ou plusieurs combinaisons de circuits choisies de telle sorte qu'elles reproduisent avec une exactitude raisonnable les pires conditions pour lesquelles l'EMU est prévu.

Pour cet essai, chaque circuit est parcouru par le courant nominal (voir paragraphe 4.2) en tenant compte des valeurs du facteur de diversité données dans le paragraphe 4.6. Si l'EMU comporte des coupe-circuit à fusibles, ceux-ci doivent être munis, pour l'essai, d'éléments de remplacement du type prescrit par le constructeur. Les puissances dissipées dans les éléments de remplacement utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Les dimensions et les dispositions des conducteurs extérieurs utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante (mais non supérieure à 8 h) pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 °C par heure.

Notes 1. — Pour abréger l'essai, si les appareils le permettent, on peut augmenter le courant pendant la première partie de l'essai et revenir ensuite au courant spécifié pour l'essai.

2. — Quand un électro-aimant de commande est alimenté pendant l'essai, la température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint aussi bien dans le circuit principal que dans l'électro-aimant de commande.

En l'absence d'informations détaillées au sujet des conditions de service, la section des conducteurs extérieurs doit être comme indiqué ci-dessous :

8.2.1.3.1 Pour des valeurs de courant d'essai inférieures ou égales à 400 A :

- a) les connexions doivent être des câbles ou des fils de cuivre unipolaires, à isolation au polychlorure de vinyle dont les sections sont données dans le tableau IV ;
- b) autant que possible les connexions doivent être à l'air libre ;
- c) la longueur minimale de chaque connexion temporaire de borne à borne doit être de :
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 10 mm²,
 - 2 m pour les sections supérieures à 10 mm².

The temperature-rise test on the individual circuits shall be made with the type of current for which they are intended, and at the design frequency. The test voltages used shall be such that a current equal to the current determined according to Sub-clause 8.2.1.3 flows through the circuits. Coils of relays, contactors, releases, etc., shall be supplied with rated voltage.

Open-type FBAs need not be subjected to the temperature-rise test if it is obvious from type tests on the individual parts or from the size of the conductors and from the arrangement of the apparatus that there will be no excessive temperature rise and that no damage will be caused to the equipment connected to the FBA, and to adjacent parts of insulating material.

8.2.1.2 *Arrangement of the FBA*

The FBA shall be arranged as in normal use, with all covers, etc., in place.

When testing individual parts or constructional units, the adjoining parts or constructional units shall produce the same temperature conditions as in normal use. Heating resistors may be used.

8.2.1.3 *Temperature-rise test using current on all apparatus*

The test shall be made on one or more representative combinations of circuits so chosen as to cover with reasonable accuracy the worst condition for which the FBA is designed.

For this test, each circuit is loaded with rated current (see Sub-clause 4.2), taking account of the values of the diversity factor given in Sub-clause 4.6. If the FBA includes fuses, these shall be fitted, for the test, with fuse-links as specified by the manufacturer. The power losses of the fuse-links used for the test shall be part of the test report.

The size and the disposition of external conductors used for the test shall be part of the test report.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature rise to reach a constant value (but not exceeding 8 h). In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 °C per hour.

Notes 1. — To shorten the test, if the devices allow it, the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.

2. — When a control electro-magnet is energized during the test, the temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

In the absence of detailed information as to the service conditions, the cross-section of the external conductors shall be as follows:

8.2.1.3.1 For values of test current up to and including 400 A:

- a) the connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper cables or wires with cross-sectional areas as given in Table IV;
- b) as far as practicable the connections shall be in free air;
- c) the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 10 mm²,
 - 2 m for cross-sections larger than 10 mm².

TABLEAU IV
Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant
au courant d'essai

Domaine du courant nominal réel ¹⁾ [A]	0 7,9	7,9 15,9	15,9 22	22 30	30 39	39 54	54 72	72 93	93 117	117 147	147 180	180 216	216 250	250 287	287 334	334 400
S [mm] ²)	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Valeurs du courant nominal thermique ²⁾ [A]	≤6	8 10 12	16 20	25	32	40 50	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400

¹⁾ La valeur du courant doit être supérieure à la valeur de la première ligne et inférieure ou égale à la valeur de la seconde ligne.

²⁾ Ces valeurs sont celles des courants normaux recommandés et sont données uniquement à titre de référence.

8.2.1.3.2 Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 400 A, mais ne dépassant pas 1600 A:

- les connexions doivent être des bandes de cuivre, ayant une finition noire mate, de dimensions indiquées dans le tableau V;
- les connexions doivent être à l'air libre et espacées d'une distance qui ne soit pas inférieure à celle existant entre les bornes;
- la longueur minimale de chaque connexion temporaire de borne à borne doit être de 2 m.

TABLEAU V
Connexions normalisées d'essai pour des courants d'essai
supérieurs à 400 A mais n'excédant pas 1600 A¹⁾

Courant d'essai (A)	Connexions d'essai ²⁾	
	Nombre	Dimensions ³⁾ (mm)
400 < I ≤ 500	2	30 × 5
500 < I ≤ 650	2	40 × 5
650 < I ≤ 800	2	50 × 5
800 < I ≤ 1000	2	60 × 5
1000 < I ≤ 1250	2	80 × 5
1250 < I ≤ 1600	4	50 × 5

¹⁾ La distance entre deux barres parallèles de même polarité doit être voisine de 5 mm.

²⁾ S'il n'est pas possible de relier les barres indiquées aux bornes de l'appareil en essai, on peut utiliser des barres de même section ayant une largeur égale à celle des bornes.

³⁾ L'usage de câbles à la place de barres est autorisé. Des valeurs normales pour les câbles sont à l'étude.

8.2.1.3.3 Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 1600 A:

Un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur relativement aux sections des connexions pour l'essai.

Note. — Valeurs à l'étude.

8.2.1.4 Essai d'échauffement utilisant des résistances chauffantes avec puissance dissipée équivalente

Pour certains types d'EMU avec des circuits principaux et auxiliaires ayant des courants nominaux relativement faibles, la puissance dissipée peut être simulée au moyen de résistances chauffantes qui produisent la même quantité de chaleur et sont installées dans des endroits convenables à l'intérieur de l'enveloppe.

TABLE IV
Standard cross-sections of copper conductors corresponding
to the test current

Range of actual rated current ¹⁾ [A]	0 7.9	7.9 15.9	15.9 22	22 30	30 39	39 54	54 72	72 93	93 117	117 147	147 180	180 216	216 250	250 287	287 334	334 400
S [mm] ²	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Values of the rated thermal current ²⁾ [A]	≤ 6	8 10 12	16 20	25	32	40 50	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400

1) The value of current shall be greater than the value in the first line and less than or equal to the value in the second line.

2) These are standard recommended currents and are given for reference purposes only.

8.2.1.3.2 For values of test current higher than 400 A but not exceeding 1600 A:

- a) the connections shall be finished matt black copper strips of the sizes stated in Table V;
- b) the connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals;
- c) the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be 2 m.

TABLE V
Standard test connections for test currents
higher than 400 A but not exceeding 1600 A¹⁾

Test current (A)	Test connections ²⁾	
	Number	Dimensions ³⁾ (mm)
400 < I ≤ 500	2	30 × 5
500 < I ≤ 650	2	40 × 5
650 < I ≤ 800	2	50 × 5
800 < I ≤ 1000	2	60 × 5
1000 < I ≤ 1250	2	80 × 5
1250 < I ≤ 1600	4	50 × 5

1) The spacing between two parallel bars of the same polarity shall be approximately 5 mm.

2) If the connection of the bars indicated to the terminals of the apparatus under test is not possible, the use of bars having the same cross-section but a width equal to that of the terminals is allowed.

3) The use of cables instead of bars is permissible. Standard values for cables are under consideration.

8.2.1.3.3 For values of test current exceeding 1600 A:

The cross-sections of the connections for the test shall be the subject of an agreement between manufacturer and user.

Note. — Values are under consideration.

8.2.1.4 Temperature-rise test using heating resistors with an equivalent power loss

For certain types of enclosed FBAs with main and auxiliary circuits having comparatively low rated currents, the power loss may be simulated by means of heating resistors which produce the same amount of heat and are installed in suitable places inside the enclosure.

La section des conducteurs de liaison de ces résistances doit être telle qu'aucune quantité appréciable de chaleur ne soit conduite en dehors de l'enveloppe.

Cet essai avec des résistances chauffantes est considéré comme étant suffisamment représentatif de tous les EMU utilisant la même enveloppe, même s'ils sont équipés avec des appareils différents, pourvu que la somme des puissances dissipées par les appareils incorporés, tenant compte du facteur de diversité, ne dépasse pas la valeur utilisée dans l'essai.

L'échauffement des appareils incorporés ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau II (voir paragraphe 7.3). Cet échauffement peut être calculé approximativement en prenant l'échauffement de l'appareil mesuré à l'air libre, augmenté de la différence entre la température à l'intérieur de l'enveloppe et la température de l'air entourant l'enveloppe.

8.2.1.5 *Mesure des températures*

Des thermocouples ou des thermomètres doivent être utilisés pour les mesures de la température. Pour les enroulements, la méthode de mesure de la température par la variation de la résistance doit généralement être employée. Pour mesurer la température de l'air à l'intérieur d'un EMU, plusieurs dispositifs de mesure doivent être installés dans des endroits convenables.

Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

8.2.1.6 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples également répartis autour de l'EMU à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de l'EMU. Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

Si la température ambiante pendant l'essai est comprise entre $+10^{\circ}\text{C}$ et $+40^{\circ}\text{C}$, les valeurs du tableau II, paragraphe 7.3, sont les valeurs limites d'échauffement.

Si la température de l'air ambiant pendant l'essai dépasse $+40^{\circ}\text{C}$ ou est inférieure à $+10^{\circ}\text{C}$, la présente recommandation n'est pas applicable et un accord spécial doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.1.7 *Echauffement d'un élément ou d'une pièce*

Pour l'essai d'échauffement, les appareils dans l'EMU étant en place et les circuits étant parcourus par le courant spécifié (voir paragraphe 8.2.1.3), l'échauffement d'un élément ou d'une pièce est la différence entre la température de cet élément ou de cette pièce, mesurée conformément au paragraphe 8.2.1.5, et la température de l'air ambiant en dehors de l'EMU.

8.2.1.8 *Résultats à obtenir*

A la fin de l'essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs prescrites dans le tableau II, paragraphe 7.3. Les appareils doivent fonctionner d'une manière satisfaisante dans les limites de tension prescrites pour eux à la température à l'intérieur de l'EMU.

8.2.2 *Vérification des propriétés diélectriques*

8.2.2.1 *Généralités*

Il n'est pas besoin de faire cet essai de type sur des parties de l'EMU qui ont déjà subi un essai de type conformément à leurs spécifications correspondantes pourvu que leur tenue diélectrique ne soit pas compromise par leur montage.

La tension d'essai doit être appliquée:

- 1) entre toutes les parties actives et le châssis de l'EMU;
- 2) entre chaque pôle et tous les autres pôles connectés avec le châssis de l'EMU.

The cross-section of the leads to these resistors shall be such that no appreciable amount of heat is conducted away from the enclosure.

This test with heating resistors is considered to be reasonably representative of all FBAs using the same enclosure, even if they are equipped with different apparatus, provided that the sum of the power losses of the built-in apparatus, taking into account the diversity factor, does not exceed the value applied in the test.

The temperature rise of the built-in apparatus shall not exceed the values given in Table II (see Sub-clause 7.3). This temperature rise can be approximately calculated by taking the temperature rise of this apparatus, measured in the open air, increased by the difference between the temperature inside the enclosure and the temperature of the air surrounding the enclosure.

8.2.1.5 *Measurement of temperatures*

Thermocouples or thermometers shall be used for temperature measurements. For windings, the method of measuring the temperature by resistance variation shall generally be used. For measuring the temperature of the air inside an FBA, several measuring devices shall be arranged in convenient places.

The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiation.

8.2.1.6 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers or thermocouples equally distributed around the FBA at about half its height and at a distance of about 1 m from the FBA. The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiations.

If the ambient temperature during the test is between $+10^{\circ}\text{C}$ and $+40^{\circ}\text{C}$, the values of Table II, Sub-clause 7.3, are the limiting values of temperature rise.

If the ambient air temperature during the test exceeds $+40^{\circ}\text{C}$ or is lower than $+10^{\circ}\text{C}$, this recommendation does not apply and the manufacturer and the user shall make a special agreement.

8.2.1.7 *Temperature rise of an element or part*

For the temperature-rise test with the apparatus in the FBA in place and the circuits being loaded with the specified current (see Sub-clause 8.2.1.3), the temperature rise of an element or part is the difference between the temperature of this element or part measured in accordance with Sub-clause 8.2.1.5 and the ambient air temperature outside the FBA.

8.2.1.8 *Results to be obtained*

At the end of the test the temperature rise shall not exceed the values specified in Table II, Sub-clause 7.3. The apparatus shall operate satisfactorily within the voltage limits specified for them at the temperature inside the FBA.

8.2.2 *Verification of dielectric properties*

8.2.2.1 *General*

This type test need not be made on such parts of the FBA which have already been type tested according to their relevant specifications provided their dielectric strength is not impaired by their mounting.

The test voltage shall be applied:

- 1) between all live parts and the frame of the FBA;
- 2) between each pole and all the other poles connected to the frame of the FBA.

Quand l'EMU comporte un conducteur de protection isolé par rapport aux masses conformément à l'alinéa b) du paragraphe 7.4.2.2.3, ce conducteur doit être considéré comme un circuit séparé, c'est-à-dire qu'il doit être essayé avec la même tension que le circuit principal auquel il appartient.

La tension d'essai au moment de l'application ne doit pas dépasser 50 % des valeurs données au paragraphe 8.2.2.4. Elle doit ensuite être augmentée progressivement en l'espace de quelques secondes pour atteindre sa pleine valeur spécifiée au paragraphe 8.2.2.4 et maintenue pendant 1 min. Les sources de puissance en courant alternatif doivent avoir une puissance suffisante pour maintenir la tension d'essai quels que soient les éventuels courants de fuite. La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

8.2.2.2 Essai d'enveloppes isolantes

Pour des enveloppes faites de matière isolante, un essai diélectrique supplémentaire doit être effectué en appliquant une tension d'essai entre, d'une part une feuille de métal placée à l'extérieur de l'enveloppe au-dessus des ouvertures et des joints et, d'autre part, les parties actives et les masses interconnectées et situées à l'intérieur de l'enveloppe près des ouvertures et des joints. Pour cet essai supplémentaire, la tension d'essai doit être égale à 1,5 fois les valeurs indiquées au tableau VI.

8.2.2.3 Poignées de manœuvre extérieures en matière isolante

Dans le cas de poignées faites en matière isolante, un essai diélectrique doit être effectué en appliquant une tension d'essai égale à 1,5 fois la tension d'essai indiquée dans le tableau VI entre les parties actives et une feuille de métal enroulée autour de la poignée. Pendant cet essai, le châssis ne doit pas être relié à la terre ni à aucun autre circuit.

8.2.2.4 Valeur de la tension d'essai

La valeur de la tension d'essai doit être la suivante:

- 8.2.2.4.1 Pour le circuit principal ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe 8.2.2.4.2 ci-après: conformes au tableau VI.

TABLEAU VI

Tension nominale d'isolement U_i (V)	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) (V)
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1 000$	3 500
$1 000 < U_i \leq 1 200^*)$	3 500

*) En courant continu seulement.

- 8.2.2.4.2 Pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés au circuit principal:

- Lorsque la tension nominale d'isolement U_i n'excède pas 60 V: 1 000 V.
- Lorsque la tension nominale d'isolement U_i est supérieure à 60 V: $2 U_i + 1 000$ V, avec un minimum de 1 500 V.

Note. — Toutefois, des matériels conçus pour des tensions d'essai inférieures sont débranchés (voir paragraphe 8.3.2.1).

When the FBA includes a protective conductor insulated from the exposed conductive parts according to Sub-clause 7.4.2.2.3, paragraph *b*), this conductor shall be regarded as a separate circuit, i.e. it shall be tested with the same voltage as the main circuit to which it belongs.

The test voltage at the moment of application shall not exceed 50% of the values given in Sub-clause 8.2.2.4. It shall then be increased steadily within a few seconds to its full value specified in Sub-clause 8.2.2.4 and maintained for 1 min. The a.c. power sources shall have sufficient power to maintain the test voltage irrespective of any leakage currents. The test voltage shall have a practically sinusoidal wave form and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

8.2.2.2 *Testing of insulated enclosures*

For enclosures made of insulating material, an additional dielectric test shall be carried out by applying a test voltage between a metal foil laid on the outside of the enclosure over openings and joints, and the interconnected live and exposed conductive parts within the enclosure located next to the openings and joints. For this additional test, the test voltage shall be equal to 1.5 times the values indicated in Table VI.

8.2.2.3 *External operating handles of insulating material*

In the case of handles made of insulating material, a dielectric test shall be carried out by applying a test voltage equal to 1.5 times the test voltage indicated in Table VI between the live parts and a metal foil wrapped round the handle. During this test, the frame must not be earthed or connected to any other circuit.

8.2.2.4 *Value of the test voltage*

The value of the test voltage shall be as follows:

8.2.2.4.1 For the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by Sub-clause 8.2.2.4.2 below: in accordance with Table VI.

TABLE VI

Rated insulation voltage U_i (V)	Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) (V)
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 660$	2500
$660 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1200^*)$	3500

*) For d.c. only.

8.2.2.4.2 For control circuits and auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for connection to the main circuit:

- Where the rated insulation voltage U_i does not exceed 60 V: 1000 V.
- Where the rated insulation voltage U_i exceeds 60 V: $2 U_i + 1000$ V, with a minimum of 1500 V.

Note. — However, certain items designed for a lower test voltage are disconnected (see Sub-clause 8.3.2.1).

8.2.2.5 *Résultats à obtenir*

L'essai est considéré comme subi avec succès s'il n'y a pas de claquage ou de contournement.

8.2.3 *Vérification de la tenue aux courts-circuits*

8.2.3.1 Circuits d'EMU qui sont exemptés de la vérification de la tenue aux courts-circuits.

Une vérification de la tenue aux courts-circuits n'est *pas nécessaire* :

8.2.3.1.1 Pour des EMU simples dont le courant de court-circuit conditionnel nominal n'excède pas 5 kA.

8.2.3.1.2 Pour des EMU protégés par des coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant ayant soit un courant nominal n'excédant pas 63 A, soit un courant coupé limité n'excédant pas 15 kA à leur pouvoir nominal de coupure.

8.2.3.1.3 Pour des circuits auxiliaires d'EMU prévus pour être reliés à des transformateurs dont la puissance nominale ne dépasse pas 10 kVA pour une tension nominale secondaire qui n'est pas inférieure à 110 V ou 1,6 kVA pour une tension nominale secondaire inférieure à 110 V, et dont la tension de court-circuit relative n'est pas inférieure à 4%.

8.2.3.1.4 Pour toutes les pièces d'EMU (jeux de barres principaux, supports de jeux de barres, connexions aux jeux de barres, unités d'arrivée et de départ, etc.) qui ont déjà été soumises à des essais de type valables pour les conditions existant dans l'EMU.

Note. — On peut citer comme exemples les appareils de connexion ayant des courants de court-circuit conditionnels nominaux selon la Publication 408 de la CEEI : Interrupteurs à basse tension dans l'air, sectionneurs à basse tension dans l'air, interrupteurs-sectionneurs à basse tension dans l'air et combinés à fusibles à basse tension, et les démarreurs pour moteurs coordonnés avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits selon la Publication 292-1A de la CEEI : Premier complément à la Publication 292-1. 1^{re} partie : Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif.

8.2.3.2 *Circuits d'EMU dont la tenue aux courts-circuits doit être vérifiée au moyen d'essais*

Cela s'applique à tous les circuits qui ne sont pas mentionnés dans le paragraphe 8.2.3.1 précédent.

8.2.3.2.1 *Disposition pour l'essai*

L'EMU ou ses parties doivent être montés comme pour l'usage normal. Excepté pour les essais sur les jeux de barres et selon le type de construction de l'EMU, il sera suffisant de soumettre à des essais une seule unité fonctionnelle si les autres unités fonctionnelles sont construites de la même façon et ne peuvent pas affecter le résultat de l'essai.

8.2.3.2.2 *Exécution de l'essai : Généralités*

Si le circuit d'essai comporte des coupe-circuit à fusibles, il faut utiliser des éléments de remplacement conçus pour le courant maximal (correspondant au courant nominal) et, si cela est nécessaire, du type indiqué par le fabricant comme étant acceptable.

Les conducteurs d'alimentation et les connexions de court-circuit nécessaires pour essayer l'EMU doivent avoir une robustesse suffisante pour supporter les courts-circuits et être disposés de manière à ne pas introduire de contraintes supplémentaires.

Sauf convention contraire, le circuit d'essai doit être connecté aux bornes d'entrée de l'EMU. Des EMU triphasés doivent être montés en triphasé.

La valeur du courant présumé de court-circuit doit être déterminée à partir d'un oscillogramme d'étalonnage établi en shuntant les conducteurs d'alimentation de l'EMU par une connexion d'impédance négligeable placée aussi près que possible de l'alimentation d'entrée de l'EMU.

8.2.2.5 *Results to be obtained*

The test is considered to have been passed if there is no puncture or flash-over.

8.2.3 *Verification of the short-circuit strength*

8.2.3.1 Circuits of FBAs which are exempted from the verification of the short-circuit strength.
A verification of the short-circuit strength is *not required*:

8.2.3.1.1 For simple FBAs having a rated conditional short-circuit current not exceeding 5 kA.

8.2.3.1.2 For FBAs protected by current limiting fuses having either a rated current not exceeding 63 A or a cut-off current not exceeding 15 kA at their rated breaking capacity.

8.2.3.1.3 For auxiliary circuits of FBAs intended to be connected to transformers whose rated power does not exceed 10 kVA for a rated secondary voltage of not less than 110 V or 1.6 kVA for a rated secondary voltage less than 110 V, and whose relative short-circuit voltage is not less than 4%.

8.2.3.1.4 For all parts of FBAs (main busbars, busbar supports, connections to busbars, incoming and outgoing units, etc.) which have already been subjected to type tests valid for conditions in the FBA.

Note. — Examples are switching devices with rated conditional short-circuit current according to IEC Publication 408: Low-voltage Air-break Switches, Air-break Disconnectors, Air-break Switch-disconnectors and Fuse-combination Units, and motor starters co-ordinated with short-circuit protective devices according to IEC Publication 292-1A: First supplement to Publication 292-1: Low-Voltage Motor Starters. Part 1: Direct On-line (Full Voltage) A.C. Starters.

8.2.3.2 *Circuits of FBAs the short-circuit strength of which shall be verified by tests*

This applies to all circuits not mentioned in the preceding Sub-clause 8.2.3.1.

8.2.3.2.1 *Test arrangements*

The FBA or its parts shall be set up as in normal use. Except for tests on the busbars and depending on the type of construction of the FBA, it will be sufficient to test a single functional unit if the remaining functional units are constructed in the same way and cannot affect the test result.

8.2.3.2.2 *Performance of the test: General*

If the test circuit incorporates fuses, fuse-links of the maximum current rating (corresponding to the rated current), and if required, of the type indicated by the manufacturer to be acceptable, shall be used.

The supply conductors and the short-circuit connections required for testing the FBA shall have sufficient strength to withstand short-circuits and be so arranged that they do not introduce any additional stresses.

Unless otherwise agreed, the test circuit shall be connected to the input terminals of the FBA. Three-phase FBAs shall be connected on a three-phase basis.

The value of the prospective short-circuit current shall be determined from a calibration oscillogram which is taken with the supply conductors to the FBA short-circuited by a connection of negligible impedance placed as near as possible to the input supply of the FBA.

Pendant l'essai, il faut prendre un oscillogramme de la courbe de courant. L'oscillogramme doit montrer qu'il y a un débit pratiquement constant de courant jusqu'au moment de fonctionnement d'un dispositif de protection ou pendant une période de temps spécifiée, ce courant étant voisin de la valeur spécifiée au paragraphe 8.2.3.2.4.

Quand on utilise des dispositifs de protection dont le bon fonctionnement dépend de la tension ou de la fréquence ou des deux, il faut tenir compte des spécifications qui s'appliquent à de tels dispositifs de protection.

Pour les essais en courant alternatif, la fréquence du circuit d'essai pendant les essais de court-circuit doit être celle de la fréquence nominale en admettant une tolérance de 25%.

Toutes les parties de l'équipement normalement mises à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être isolées de la terre mais doivent être connectées avec le neutre de l'alimentation ou avec un neutre artificiel substantiellement inductif permettant un courant présumé de défaut d'au moins 100 A. Cette connexion doit comporter un dispositif approprié, tel qu'un élément fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et d'une longueur au moins égale à 50 mm pour la détection du courant de défaut et, si cela est nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant présumé de défaut à environ 100 A.

8.2.3.2.3 Essai des circuits principaux

- a) Pour essayer un circuit de départ, les bornes de sortie associées doivent être pourvues d'une connexion de court-circuit franc.

Lorsqu'un circuit de départ comprend un composant qui n'a pas été essayé préalablement, il faut effectuer les essais suivants:

L'appareil de connexion doit être fermé et maintenu fermé de la manière normalement utilisée en service. La tension d'essai doit alors être appliquée une fois pendant un temps suffisamment long pour permettre au dispositif de protection contre les courts-circuits dans l'unité de départ de fonctionner pour éliminer le défaut et, dans tous les cas, pendant une durée qui ne soit pas inférieure à 10 périodes (durée de la tension d'essai).

- b) Les EMU contenant des jeux de barres principaux doivent être soumis à un seul essai supplémentaire pour éprouver la tenue aux courts-circuits des jeux de barres principaux et du circuit d'arrivée comportant au moins un joint. Le point où le court-circuit est produit doit être distant d'au moins $(2 \pm 0,40)$ m du point d'alimentation le plus proche. Si la longueur des jeux de barres de l'EMU est inférieure à 2 m, le court-circuit doit être établi à la fin de ces jeux de barres. Si un ensemble de jeux de barres se compose de différentes colonnes (en ce qui concerne les sections, la distance entre les jeux de barres adjacents, le type et le nombre de supports par mètre), chaque colonne doit être soumise à un essai séparé.

- c) S'il existe une barre neutre, elle doit être soumise à un seul essai de vérification de sa tenue aux courts-circuits par rapport à la barre de phase la plus voisine sur laquelle doit se trouver au moins un joint. On appliquera les prescriptions de l'alinéa b) du paragraphe 8.2.3.2.3 pour relier la barre neutre à la barre de phase. Le courant d'essai doit être fixé par le constructeur.

8.2.3.2.4 Valeur et durée du courant de court-circuit

- a) EMU ayant un dispositif de protection contre les courts-circuits incorporé dans l'unité d'arrivée (voir paragraphe 7.5.2.1.1).

Le courant correspondant au courant présumé de court-circuit fixé doit s'écouler jusqu'à ce qu'il soit interrompu par le dispositif de protection.

- b) EMU n'ayant pas de dispositif de protection contre les courts-circuits incorporé dans l'unité d'arrivée (voir paragraphe 7.5.2.1.2).

Pour les EMU ayant un courant nominal de courte durée admissible et un courant nominal de crête admissible, la tenue aux contraintes dynamiques et thermiques doit être vérifiée pour les valeurs nominales des courants.

During the test, an oscillogram shall be taken of the current curve. The oscillogram shall show that there is a fairly constant flow of current up to the moment of operation of a protective device or for a specified period of time, this current approximating the value specified in Sub-clause 8.2.3.2.4.

When using protective devices whose performance depends on the voltage or frequency or both, attention shall be paid to relevant specifications for such protective devices.

For a.c. tests, the frequency of the test circuit during the short-circuit tests shall be that of the rated frequency subject to a tolerance of 25%.

All parts of the equipment normally earthed in service, including its enclosure, shall be insulated from earth but shall be connected to the neutral of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault-current of at least 100 A. This connection shall include a reliable device—such as a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter and not more than 50 mm in length for the detection of the fault-current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault-current to about 100 A.

8.2.3.2.3 *Testing of the main circuits*

- a) For testing an outgoing circuit, the associated outgoing terminals shall be provided with a bolted short-circuit connection.

Where an outgoing circuit includes a component which has not been tested previously, the following tests shall apply:

The switching device shall be closed and held closed in the manner normally used in service. The test voltage shall then be applied once and for a time sufficiently long to enable the short-circuit protective device in the outgoing unit to operate to clear the fault, and, in any case, for not less than 10 cycles (test voltage duration).

- b) FBAs containing main busbars shall be subjected to one additional test to prove the short-circuit strength of the main busbars and the incoming circuit comprising at least one joint. The point where the short-circuit is produced shall be (2 ± 0.40) m distant from the nearest point of supply. If the length of the busbars of the FBA is less than 2 m, the short-circuit shall be established at the end of these busbars. If a set of busbars consists of different sections (as regards cross-sections, distance between adjacent busbars, type and number of supports per metre), each section shall be tested separately.

- c) If a neutral bar exists, it shall be subjected to one test to prove its short-circuit strength in relation to the nearest phase busbar including at least one joint. For the connection of the neutral bar to this phase busbar, the requirements of Sub-clause 8.2.3.2.3, paragraph b) apply. The test current shall be stated by the manufacturer.

8.2.3.2.4 *Value and duration of the short-circuit current*

- a) FBAs with a short-circuit protective device incorporated in the incoming unit (see Sub-clause 7.5.2.1.1).

The current corresponding to the stated prospective short-circuit current shall flow until it is broken by the protective device.

- b) FBAs which do not incorporate a short-circuit protective device in the incoming unit (see Sub-clause 7.5.2.1.2).

For FBAs with rated short-time withstand current and rated peak withstand current, the dynamic and thermal strength shall be verified with the rated currents.

Le courant de courte durée admissible doit être maintenu pendant le temps spécifié (voir paragraphe 4.3).

Note. — Cependant, si les limitations dues à la station d'essais l'exigent, on pourra diminuer la durée de l'essai; dans ce cas, le courant d'essai doit être augmenté selon la formule $I^2 \times t = \text{constante}$, sous réserve que la valeur de crête calculée n'excède pas le courant nominal de crête admissible.

L'essai de courant de courte durée admissible peut être fait à toute tension convenable et avec les jeux de barres à toute température convenable. La valeur de crête la plus élevée de la grande alternance pendant le premier cycle de l'essai ne doit pas être inférieure au courant nominal de crête admissible (voir paragraphe 7.5.3).

Pour les EMU ayant des courants de court-circuit conditionnel nominaux ou des courants nominaux de court-circuit limité par fusible (voir paragraphe 4.5), la tenue aux contraintes dynamiques et thermiques doit être vérifiée avec un courant présumé de court-circuit, en amont du dispositif de protection spécifié, égal à la valeur du courant de court-circuit conditionnel nominal ou du courant nominal de court-circuit limité par fusible.

8.2.3.2.5 *Résultats à obtenir*

Après l'essai, les conducteurs ne doivent pas présenter de déformations inacceptables. Une légère déformation du jeu de barres est acceptable pourvu que les distances d'isolement et les lignes de fuite spécifiées au paragraphe 7.1.2 soient toujours respectées. De même, l'isolement des conducteurs et les pièces isolantes ne doivent présenter aucun signe de détérioration.

L'élément fusible d'indication de défaut à la terre doit demeurer intact.

Il ne doit pas y avoir de desserrage des pièces utilisées pour la connexion des conducteurs.

L'efficacité des conducteurs de protection assurant la protection contre les chocs électriques en cas de défaut ne doit pas être compromise.

Une déformation de l'enveloppe est permise dans toute la mesure où le degré de protection n'est pas compromis et où les distances d'isolement ne sont pas réduites à des valeurs inférieures à celles prescrites.

Les appareils incorporés dans l'EMU doivent être dans une condition telle que celle prescrite dans les spécifications qui les concernent.

8.2.4 *Vérification de la continuité électrique du circuit de protection* A l'étude.

8.2.5 *Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite*

On doit vérifier que les distances d'isolement et les lignes de fuite sont conformes aux valeurs spécifiées au paragraphe 7.1.2.

Si cela est nécessaire, ces distances d'isolement et ces lignes de fuite doivent être vérifiées par des mesures, en tenant compte de la déformation possible des parties de l'enveloppe ou des écrans intérieurs, y compris tout changement possible dans l'éventualité d'un court-circuit.

Si l'EMU contient des parties débrochables, il est nécessaire de vérifier que, dans la position d'essai (voir paragraphe 2.2.10), s'il y en a une, comme dans la position de sectionnement (voir paragraphe 2.2.11), les distances d'isolement et les lignes de fuite sont respectées.

8.2.6 *Vérification du fonctionnement mécanique*

Cet essai de type ne doit pas être effectué sur des dispositifs de l'EMU qui ont été déjà soumis à un essai de type conformément à leurs spécifications propres pourvu que leur fonctionnement mécanique ne soit pas compromis par leur montage.

Pour les parties qui doivent être soumises à un essai de type, le fonctionnement mécanique satisfaisant doit être vérifié après montage dans l'EMU. Le nombre de cycles de manœuvres doit être de 50.

The short-time withstand current shall be maintained for the specified time (see Sub-clause 4.3).

Note. — However, if necessary due to test limitations, a shorter test period is permissible; then the test current shall be increased in accordance with the formula $I^2 \times t = \text{constant}$, provided that the calculated peak value does not exceed the rated peak withstand current.

The short-time current test may be made at any suitable voltage and with the busbars at any convenient temperature. The highest peak value of the major loop during the first cycle of the test shall not be less than the rated peak withstand current (see Sub-clause 7.5.3).

For FBAs having rated conditional short-circuit currents or rated fused short-circuit currents (see Sub-clause 4.5), the dynamic and thermal strength shall be verified with a prospective short-circuit current, at the supply side of the specified protective device, equal to the value of the conditional or fused short-circuit current.

8.2.3.2.5 *Results to be obtained*

After the test, the conductors shall not show any undue deformation. Slight deformation of busbars is acceptable provided that the clearances and creepage distances specified in Sub-clause 7.1.2 are still complied with. Also, the insulation of the conductors and the insulating parts shall not show any signs of deterioration.

The earth fault indicating fuse shall remain intact.

There shall be no loosening of parts used for the connection of conductors.

The effectiveness of the protective conductors ensuring protection against electric shock in case of a fault shall not be impaired.

Deformation of the enclosure is permissible to the extent to which the degree of protection is not impaired and the clearances are not reduced to values which are less than those specified.

The apparatus incorporated in the FBA shall be in a condition as prescribed in relevant specifications.

8.2.4 *Verification of the continuity of the protective circuit*

Under consideration.

8.2.5 *Verification of clearances and creepage distances*

It shall be verified that the clearances and creepage distances comply with the values specified in Sub-clause 7.1.2.

If necessary, these clearances and creepage distances shall be verified by measurement, taking account of possible deformation of parts of the enclosure or of the internal screens, including any possible changes in the event of a short-circuit.

If the FBA contains withdrawable parts, it is necessary to verify that both in the test position (see Sub-clause 2.2.10), if any, and in the disconnected position (see Sub-clause 2.2.11), the clearances and creepage distances are complied with.

8.2.6 *Verification of mechanical operation*

This type test shall not be made on such devices of the FBA which have already been type tested according to their relevant specifications provided their mechanical operation is not impaired by their mounting.

For those parts which need a type test, the satisfactory mechanical operation shall be verified after installation in the FBA. The number of operating cycles shall be 50.

En même temps, le fonctionnement des mécanismes de verrouillage associés à ces mouvements doit être vérifié. L'essai est considéré comme ayant été subi avec succès si les conditions de fonctionnement des appareils, mécanismes de verrouillage, etc., n'ont pas été compromises et si l'effort nécessaire au fonctionnement est pratiquement le même qu'avant l'essai.

8.2.7 *Vérification du degré de protection*

Le degré de protection procuré conformément au paragraphe 7.2.1 doit être vérifié conformément à la Publication 144 de la CEI, en faisant là où cela est nécessaire des adaptations selon le type particulier d'EMU.

8.3 *Essais individuels*

8.3.1 *Inspection de l'EMU comprenant l'inspection des câbles et, en cas de nécessité, essai de fonctionnement électrique*

On vérifiera l'efficacité des éléments de commande mécanique, verrouillages, loquets, etc. Les conducteurs et les câbles doivent être vérifiés pour s'assurer de leur bonne disposition; il en sera de même pour le bon montage des appareils. Une inspection visuelle est aussi nécessaire pour s'assurer que le degré de protection, les distances d'isolement et les lignes de fuite prescrits sont respectés.

On vérifiera, éventuellement par essais effectués au hasard, le contact satisfaisant des connexions, en particulier des connexions à vis et des connexions boulonnées.

En outre, il faut s'assurer que les renseignements et étiquettes prévus aux paragraphes 5.1 et 5.2 sont complets et que l'EMU y correspond. De plus, la conformité de l'EMU aux schémas des circuits et de câblage, aux renseignements techniques, etc., fournis par le constructeur doit faire l'objet d'une vérification.

Selon la complexité de l'EMU, il peut être nécessaire d'inspecter le câblage et d'effectuer un essai de fonctionnement électrique. Les modalités d'essai et le nombre d'essais dépendent de la question de savoir si l'EMU contient ou non des verrouillages compliqués, des dispositifs de commande à séquence, etc.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire ou de répéter cet essai sur place, lorsqu'on effectue l'installation pour laquelle l'EMU est prévu. Dans ce cas, un accord spécial sera conclu entre le constructeur et l'utilisateur.

8.3.2 *Essai diélectrique*

8.3.2.1 *Généralités*

La tension d'essai conformément au paragraphe 8.2.2.4 doit être appliquée pendant 1 s. La source de courant alternatif doit avoir une puissance suffisante pour maintenir la tension d'essai, quels que puissent être les courants de fuite. La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Tout l'équipement électrique de l'EMU doit être connecté pour l'essai; cependant, les appareils qui, conformément aux prescriptions les concernant, sont prévus pour une tension d'essai plus basse et les appareils récepteurs (par exemple les enroulements, les instruments de mesure) dans lesquels l'application de la tension d'essai causerait le passage d'un courant, doivent être déconnectés.

Ces appareils doivent être déconnectés à leurs bornes.

Les condensateurs antiparasites installés entre les parties actives et les masses ne doivent pas être déconnectés et ils doivent être capables de supporter la tension d'essai.

Pour l'essai:

- ou bien tous les appareils de connexion doivent être fermés,
- ou bien la tension d'essai doit être appliquée successivement à toutes les parties du circuit.

La tension d'essai doit être appliquée entre les parties actives et le châssis de l'EMU.