

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 82

Cinquième édition — Fifth edition

1984

Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence

Ballasts for tubular fluorescent lamps



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3 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**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), 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 VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), 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 IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 82

Cinquième édition — Fifth edition
1984

Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence

Ballasts for tubular fluorescent lamps



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3 rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	8
SECTION UN – EXIGENCES GÉNÉRALES	
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Définitions	10
3 Prescriptions générales	14
4 Généralités sur les essais	16
5 Classification	16
6 Marquage	16
SECTION DEUX – PRESCRIPTIONS THERMIQUES ET MÉCANIQUES	
7 Protection contre le toucher accidentel des parties sous tension	20
8 Bornes	20
9 Dispositions en vue de la mise à la terre	20
10 Exigences de construction	22
11 Résistance à l'humidité et isolement	22
12 Endurance thermique des enroulements	24
13 Essais d'échauffement des ballasts	24
14 Vis, parties transportant le courant et connexions	32
15 Lignes de fuite et distances dans l'air	36
16 Résistance à la chaleur et au feu	36
17 Résistance à la corrosion	38
SECTION TROIS – EXIGENCES D'ORDRE ÉLECTRIQUE	
18 Généralités	38
19 Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe et du starter (s'il existe)	38
20 Conditions de préchauffage	40
21 Puissance et courant fournis à la lampe	40
22 Facteur de puissance	42
23 Courant absorbé au réseau	42
24 Courant maximal aux entrées des cathodes	42
25 Forme d'onde des courants	44
26 Protection contre les influences magnétiques	44
27 Impédance aux fréquences musicales	46
ANNEXE A — Essais: conditions générales et essais se référant à la section deux	48
ANNEXE B — Usage de constantes S différant de 4 500 pour les essais d'endurance de ballasts portant le marquage de $I_{0.2}$	64
ANNEXE C — Ballasts de référence	68
ANNEXE D — Lampes de référence	72
ANNEXE E — Essais se référant à la section trois	74
FIGURES	90
ANNEXE F — Règles particulières pour ballasts avec protection thermique	100
ANNEXE FF — Modalités des essais d'échauffement des ballasts avec protection thermique	112

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	9
SECTION ONE – GENERAL REQUIREMENTS	
Clause	
1 Scope	11
2 Definitions	11
3 General requirements	15
4 General notes on tests	17
5 Classification	17
6 Marking	17
SECTION TWO – THERMAL AND MECHANICAL REQUIREMENTS	
7 Protection against accidental contact with live parts	21
8 Terminals	21
9 Provision for earthing	21
10 Constructional requirements	23
11 Moisture resistance and insulation	23
12 Thermal endurance of windings	25
13 Limitation of ballast heating	25
14 Screws, current-carrying parts and connections	33
15 Creepage distances and clearances	37
16 Resistance to heat and fire	37
17 Resistance to corrosion	39
SECTION THREE – ELECTRICAL REQUIREMENTS	
18 General	39
19 Open-circuit voltage at terminations of lamp or starter (if any)	39
20 Pre-heating conditions	41
21 Lamp power and current	41
22 Circuit power-factor	43
23 Supply current	43
24 Maximum current in any lead to a cathode	43
25 Current waveform	45
26 Magnetic screening	45
27 Impedance at audio-frequencies	47
APPENDIX A – Tests: General requirements and tests referring to Section Two	49
APPENDIX B – The use of constants S other than 4 500 for endurance tests of ballasts marked t_w	65
APPENDIX C – Reference ballasts	69
APPENDIX D – Reference lamps	73
APPENDIX E – Tests referring to Section Three	75
FIGURES	90
APPENDIX F— Particular requirements for thermally protected ballasts	101
APPENDIX FF— Conditions for the heating tests of thermally protected ballasts	113

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BALLASTS POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE

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 norme a été établie par le Sous-Comité 34C Appareils auxiliaires pour lampes à décharge, du Comité d'Etudes n° 34 de la CEI Lampes et équipements associés

Elle constitue la cinquième édition de la Publication 82

Des projets de révision de la quatrième édition furent discutés lors de la réunion tenue à Bruxelles en 1977. A la suite de cette réunion, des projets, documents 34C(Bureau Central)87, 34C(Bureau Central)88, 89 et 90 et 34C(Bureau Central)87A, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois respectivement en juillet, août et décembre 1979.

Des projets relatifs aux règles particulières pour ballasts avec protection thermique (voir l'annexe F de la présente norme) furent préparés par les experts du Groupe de Travail COMEX et discutés lors de la réunion de Bruxelles, à la suite de quoi un projet, document 34C(Bureau Central)91, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1979.

D'autres projets furent discutés lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette réunion, des projets, documents 34C(Bureau Central)103 et 104, 34C(Bureau Central)106, 107 et 110 et 34C(Bureau Central)111, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois respectivement en mars, avril et juin 1981.

Des modifications au document 34C(Bureau Central)111, document 34C(Bureau Central)128, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en avril 1983.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BALLASTS FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 34C Auxiliaries for Discharge Lamps, of IEC Technical Committee No 34 Lamps and Related Equipment

It forms the fifth edition of Publication 82

Draft revisions of the fourth edition were discussed at the meeting held in Brussels in 1977. As a result of this meeting, drafts, Documents 34C(Central Office)87, 34C(Central Office)88, 89 and 90 and 34C(Central Office)87A, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule respectively in July, August and December 1979.

Drafts concerning particular requirements for thermally protected ballasts (see Appendix F of this standard) were prepared by the Experts Working Group (COMEX) and discussed at the Brussels meeting, as a result of which a draft, Document 34C(Central Office)91, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1979.

Further drafts were discussed at the meeting held in Stockholm in 1980. As a result of this meeting, drafts, Documents 34C(Central Office)103 and 104, 34C(Central Office)106, 107 and 110 and 34C(Central Office)111, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule respectively in March, April and June 1981.

Amendments to Document 34C(Central Office)111, Document 34C(Central Office)128, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1983.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication

Pays	34C(BC)	87	87A	88	89	90	91	103	104	106	107	110	111	128
Afrique du Sud (République d')			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Allemagne				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Australie	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Belgique	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Brésil	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Canada								×	×	×	×	×	×	×
Corée (République de)									×	×	×	×	×	×
Egypte	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Etats Unis d'Amérique	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Finlande	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
France		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Hongrie	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Irlande			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Israël	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Italie	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Japon			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Norvège	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Nouvelle-Zélande		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Pays-Bas	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Pologne			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
République Démocratique Allemande				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Roumanie	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Royaume-Uni	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Suède			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Suisse			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Tchécoslovaquie			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Turquie	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Union des Républiques Socialistes Soviétiques								×	×	×	×	×	×	×

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme

- Publications n^{os}
- 81: Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général
 - 155: Interrupteurs d'amorçage (starters) pour lampes à fluorescence
 - 216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques
 - 566: Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge
 - 598-1: Luminaires, Première partie: Règles générales et généralités sur les essais

Country	34C(CO)	87	87A	88	89	90	91	103	104	106	107	110	111	128
Australia		×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×
Belgium		×	×	×	×			×	×	×	×	×		×
Brazil		×		×	×	×	×							×
Canada								×	×	×	×	×		
Czechoslovakia								×	×	×	×	×	×	×
Egypt		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Finland		×		×	×		×	×	×	×	×	×	×	×
France			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
German Democratic Republic								×	×	×	×	×	×	×
Germany				×	×		×	×		×	×			×
Hungary		×	×	×		×	×						×	
Ireland				×	×									
Israel		×		×	×	×	×			×	×	×	×	×
Italy		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Japan				×	×			×	×	×	×	×	×	×
Korea (Republic of)										×	×	×	×	
Netherlands		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
New Zealand			×						×	×	×	×	×	×
Norway		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Poland				×	×	×	×			×	×	×	×	×
Romania		×		×	×	×	×							
South Africa (Republic of)			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Sweden				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Switzerland				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Turkey		×	×	×	×	×	×							
Union of Soviet Socialist Republics								×	×	×	×	×	×	
United Kingdom		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×
United States of America		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×		

Other IEC publications quoted in this standard

Publications Nos 81: Tubular Fluorescent Lamps for General Lighting Service

155: Starters for Fluorescent Lamps

216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials

566: Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and other Discharge Lamp Circuits

598-1: Luminaires, Part 1: General Requirements and Tests

BALLASTS POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE

INTRODUCTION

La présente norme pour les ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence constitue une spécification complète dont la section un décrit les exigences générales, la section deux, les exigences thermiques et mécaniques et la section trois, les exigences électriques auxquelles les ballasts doivent satisfaire

Les règles particulières pour ballasts avec protection thermique sont données à l'annexe F de la présente norme

L'association des lampes et des ballasts s'apprécie à l'aide de ballasts spéciaux, du type inductif, dits «ballasts de référence» présentant des caractères particuliers de stabilité et de reproductibilité. Ces ballasts sont utilisés lors de l'essai de ballasts ordinaires et pour la sélection des lampes de référence. De plus, l'essai de ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence présente des difficultés particulières qui exigent une définition précise des méthodes d'essai. Ces essais seront généralement exécutés avec des lampes de référence et, en particulier, en comparant les résultats obtenus lorsque de telles lampes sont successivement associées à un ballast de référence et au ballast en essai.

Les caractéristiques thermiques des ballasts sont spécifiées par la température maximale nominale de fonctionnement de l'enroulement (symbole t_w), laquelle ne doit pas être dépassée si l'on veut assurer une durée de vie suffisante au ballast lors de son montage dans un luminaire. De plus, l'indication de l'échauffement nominal de l'enroulement (symbole Δt) peut être ajoutée, mais elle reste facultative.

Pour le contrôle de la valeur déclarée de la température maximale nominale de fonctionnement t_w , la présente norme prévoit une épreuve d'endurance d'une durée de 30 jours en tant que méthode normale, toutefois, au choix du fabricant, cette durée peut être portée à 60 jours. Les valeurs correspondantes pour les températures théoriques d'essai sont indiquées, il en va de même pour les températures maximales admises lors de l'essai d'échauffement en conditions anormales.

De plus, en se référant à l'équation (2) de l'annexe A relative à l'épreuve d'endurance, la présente norme introduit la possibilité de l'usage de constantes S différentes de la valeur 4 500, primitivement seule admise. Il appartient au fabricant de revendiquer l'usage de ces autres valeurs si celles-ci peuvent être justifiées par l'un ou l'autre des essais spécifiés. À défaut de pareille indication, l'épreuve d'endurance sera conduite sur la base de la valeur 4 500 pour la constante S de l'équation (2).

Du fait de la nécessité, pour chaque valeur de S , d'indiquer les températures théoriques d'essai ainsi que les températures maximales en conditions anormales correspondantes, il n'a été retenu qu'un nombre limité de valeurs normalisées pour cette constante S .

Note — Pour l'équation (2) se référer à l'annexe B pour l'utilisation de constantes autres que 4 500 pour les essais de t_w .

Cette édition de la Publication 82 de la CEI spécifie, pour des lampes à allumage sans starter, une mesure de la puissance et du courant fournis aux lampes, dans un circuit de comparaison utilisant un ballast de référence sans sources distinctes pour assurer le chauffage des cathodes au cours du fonctionnement des lampes. Bien que l'effet sur la spécification du ballast en soit faible, il a été néanmoins jugé utile, pour certaines lampes à cathode préchauffée à basse tension, fonctionnant sans starter, de laisser au fabricant le choix entre deux méthodes pour le contrôle de la puissance et du courant fournis à la lampe.

- 1) la mesure de la puissance et du courant fournis à la lampe sans sources additionnelles en vue du chauffage des cathodes,

BALLASTS FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS

INTRODUCTION

This standard for ballasts for tubular fluorescent lamps constitutes a complete specification, of which Section One describes general requirements, while Section Two gives thermal and mechanical requirements and Section Three gives electrical requirements which the ballasts are required to fulfil.

Particular requirements for thermally protected ballasts are given in Appendix F of this standard.

The association of lamps and ballasts is checked with the use of special inductive ballasts called “reference ballasts” having particular characteristics which are stable and reproducible. These ballasts are used for the testing of ordinary ballasts and for the selection of reference lamps. Moreover, the testing of ballasts presents particular difficulties which require a proper definition of testing methods. Such tests will generally be made with reference lamps, and in particular by comparing the results obtained when such lamps are operated on a reference ballast with the results obtained when the same lamps are operated on the ballast being tested.

The thermal characteristics of ballasts are specified by the rated maximum operating temperature of the winding (symbol t_w), which should not be exceeded in order to ensure a sufficient length of life for the ballast when the ballast is built into a luminaire. Moreover, the indication of the rated temperature rise of a winding (symbol Δt) may be added, but it remains optional.

For checking the rated maximum operating temperature t_w , the present standard includes an endurance test period of 30 days as the standard method and, at the manufacturer's choice, an optional endurance test period of 60 days. Values for theoretical test temperatures, as well as the limiting temperatures under abnormal conditions, are given.

Further, referring to equation (2) of Appendix A concerning the endurance tests, this standard includes the use of constants S other than 4 500 in t_w tests. If a claim is not made to the contrary, the endurance testing of ballasts is based on the constant S given in equation (2) having a value of 4 500, but a manufacturer may claim the use of other values if this can be justified by either of the tests specified.

Since it has been considered necessary to have the values for theoretical test temperatures, as well as the limiting temperatures under abnormal conditions, listed for each value of S , a limited number of standardized values for S have been adopted.

Note — For equation (2), refer to Appendix B for the use of constants S other than 4 500 in t_w tests.

This edition of IEC Publication 82 specifies a measurement of lamp power and current, for lamps operated without starter, in a reference ballast circuit that makes no provision for separate power sources to heat the cathodes during lamp operation. Although the influence on the ballast specification is small, it has nevertheless been deemed useful for some preheat low-voltage cathode lamps, operated without a starter, to include provision for two alternative methods of measurement of lamp power and current.

- 1) measurement of lamp power and current without additional cathode heating,

- 2) la mesure de la puissance et du courant fournis à la lampe avec sources additionnelles en vue du chauffage des cathodes

La méthode d'essai à adopter pour le contrôle est à indiquer par le fabricant

SECTION UN — EXIGENCES GÉNÉRALES

1 Domaine d'application

La présente norme concerne les ballasts à incorporer, à l'exclusion des types à résistance, pour utilisation sous des tensions alternatives jusqu'à 250 V à 50 Hz, ou 60 Hz, associés aux lampes tubulaires à fluorescence à cathodes préchauffées fonctionnant avec ou sans starter de puissance, de dimensions et de caractéristiques comme spécifiées dans la Publication 81 de la CEI Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général La norme s'applique aux ballasts complets ainsi qu'à leurs éléments constitutants tels qu'inductances, transformateurs et condensateurs dont la capacité est égale ou inférieure à 0,1 μF

Les condensateurs dont la capacité est supérieure à 0,1 μF font l'objet de la Publication 566 de la CEI Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge

Note — Les prescriptions s'étendent également aux caractéristiques de construction et de fonctionnement des ballasts de référence jugées nécessaires à la précision et à la reproductibilité des résultats lors de l'essai des ballasts et, en particulier, lors de la sélection des lampes de référence

2 Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente norme

2.1 Ballast

Appareil inséré entre l'alimentation et une ou plusieurs lampes à décharge qui, à l'aide d'inductances et de capacités, utilisées séparément ou en combinaison, a pour but principal d'ajuster le courant de la (ou des) lampe(s) à la valeur requise

Il peut également comporter des transformateurs d'adaptation à la tension d'alimentation et des dispositifs qui contribuent à fournir la tension d'amorçage et le courant de préchauffage, évitent l'amorçage à froid, réduisent la fluctuation de l'émission lumineuse, corrigent le facteur de puissance et (ou) diminuent les perturbations radioélectriques

2.2 Ballast à incorporer

Ballast constitué d'un ou de plusieurs éléments séparés, prévu exclusivement pour être monté dans un luminaire, un coffret ou toute enveloppe similaire

2.3 Ballast de référence

Ballast spécial du type inductif, destiné à servir d'élément de comparaison pour les essais de ballasts et à être utilisé pour la sélection des lampes de référence, il est essentiellement caractérisé par un rapport tension/courant stable et peu sensible aux variations de courant, de température et aux influences magnétiques externes prévues par la présente norme

- 2) measurement of lamp power and current with additional cathode heating

The test method to be adopted for appraisal is to be stated by the manufacturer

SECTION ONE — GENERAL REQUIREMENTS

1 Scope

This standard covers built-in ballasts, excluding resistance types, for use on a.c. supplies up to 250 V at 50 Hz, or 60 Hz, associated with tubular fluorescent lamps with pre-heated cathodes operated with or without a starter switch and having rated wattages, dimensions and characteristics as specified in IEC Publication 81 *Tubular Fluorescent Lamps for General Lighting Service*. It applies to complete ballasts and to their component parts such as reactors, transformers and capacitors having a capacitance equal to or less than 0.1 μF .

Capacitors having a capacitance of greater than 0.1 μF are covered by IEC Publication 566 *Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and Other Discharge Lamp Circuits*.

Note — Requirements are also included for all those features of reference ballast construction and performance which are considered necessary to ensure accurate and reproducible results when testing ballasts, particularly with regard to the selection of reference lamps.

2 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply

2.1 Ballast

A unit inserted between the supply and one or more discharge lamps which, by means of inductance, capacitance, or a combination of inductance and capacitance, serves mainly to limit the current of the lamp(s) to the required value.

It may also include means for transforming the supply voltage and arrangements which help to provide starting voltage and pre-heating current, prevent cold starting, reduce stroboscopic effects, correct the power-factor and/or suppress radio interference.

2.2 Built-in ballast

A ballast, consisting of one or more separate units, exclusively designed to be built into a luminaire, a box, an enclosure or the like.

2.3 Reference ballast

A special inductive-type ballast designed for the purpose of providing comparison standards for use in testing ballasts and for the selection of reference lamps. It is essentially characterized by a stable voltage-to-current ratio, which is relatively uninfluenced by variations in current, temperature and the magnetic surroundings, as outlined in this standard.

2 4 *Lampe de référence*

Lampe sélectionnée en vue des essais de ballasts qui, lorsqu'elle est alimentée au travers d'un ballast de référence dans les conditions définies par la présente norme (voir annexes C et D), présente des caractéristiques électriques qui se rapprochent des valeurs définies dans la Publication 81 de la CEI dans les limites précisées à l'annexe D

2 5 *Courant de calibrage d'un ballast de référence*

Valeur du courant sur laquelle sont basés le calibrage et le contrôle de ce ballast

Note — Un tel courant sera toujours très voisin du courant normal de régime de la lampe pour laquelle le ballast a été conçu

2 6 *Tension d'alimentation*

Tension appliquée à l'ensemble constitué par un ballast et la (ou les) lampe(s)

2 7 *Courant d'alimentation*

Courant absorbé par le circuit complet de la lampe (ou des) lampe(s) et du ballast

2 8 *Facteur de puissance global $\cos \phi$*

Facteur de puissance de l'ensemble constitué par le ballast et sa (ou ses) lampe(s) pour laquelle (lesquelles) il est prévu

2 9 *Ballast à haut facteur de puissance*

Un ballast est dit «à haut facteur de puissance» lorsque la valeur de son facteur de puissance global est d'au moins 0,85 (avance ou retard)

Note — Cette valeur de 0,85 tient compte de l'effet de la déformation de l'onde du courant. Certains pays n'agrément que des ballasts à haut facteur de puissance

2 10 *Ballast à haute impédance aux fréquences musicales*

Un ballast est dit «à haute impédance aux fréquences musicales» lorsque son impédance aux fréquences s'étendant de 250 Hz à 2 000 Hz excède les valeurs spécifiées dans la présente norme (voir section trois, article 27)

Note — Certains pays n'agrément que des ballasts à haute impédance aux fréquences musicales

2 11 *Ballast à faible distorsion*

Un ballast est dit «à faible distorsion» lorsque le contenu en harmoniques de son courant d'alimentation répond aux exigences les plus sévères spécifiées dans la présente norme (voir section trois, paragraphe 25 1)

2 12 *Température maximale nominale de fonctionnement (d'un condensateur) symbole t_c*

Température maximale tolérable en un endroit quelconque de la surface externe du condensateur en cours de fonctionnement

Note — Dans un condensateur, les pertes internes, bien que faibles, occasionnent un accroissement de la température de la surface par rapport à celle de l'ambiance et il y a lieu d'en tenir compte. La différence de température dépend de la nature de l'enveloppe

2.4 *Reference lamp*

A lamp selected for testing ballasts which, when associated with a reference ballast under the conditions specified in Appendices C and D of this standard, has electrical characteristics which are close to the values given in IEC Publication 81 within the limits defined in Appendix D

2.5 *Calibration current of a reference ballast*

The value of the current on which are based the calibration and control of the ballast

Note — Such a current should always be approximately equal to the nominal running current of the lamps for which the reference ballast is suitable

2.6 *Supply voltage*

The voltage applied to the complete circuit of lamp(s) and ballast

2.7 *Supply current*

The current supplied to the complete circuit of lamp(s) and ballast

2.8 *Circuit power factor cosine ϕ*

The power factor of the combination of a ballast and the lamp or lamps for which the ballast is designed

2.9 *High power factor ballast*

A ballast having a circuit power factor of at least 0.85 (leading or lagging)

Note — The value 0.85 takes into account the effect on the power factor of the distortion of the current waveform. Certain countries will approve only high power factor ballasts

2.10 *High audio-frequency impedance ballast*

A ballast of which the impedance in the frequency range 250 Hz to 2 000 Hz exceeds the values specified in Clause 27, Section Three, of this standard

Note — Certain countries will approve only high audio-frequency impedance ballasts

2.11 *Low-distortion type ballast*

A ballast of which the harmonic content complies with the more severe requirements of Sub-clause 25.1, Section Three, of this standard

2.12 *Rated maximum operating temperature (of a capacitor) symbol t_c*

That temperature, which must not be exceeded by the hottest part of the capacitor surface during operation in service

Note — The internal losses in a capacitor, though small, will result in the surface temperature being above ambient air temperature and due allowance for this should be made. The temperature difference will depend upon the nature of the enclosure

2 13 *Température maximale nominale de fonctionnement (d'un enroulement) symbole t_w*

Température maximale, assignée par le fabricant, que peut supporter l'enroulement du ballast, avec une espérance de fonctionnement correct en service continu d'au moins dix ans

2 14 *Echauffement nominal (d'un enroulement) symbole Δt*

Echauffement déclaré par le fabricant pour cet enroulement, dans les conditions spécifiées dans la présente norme

Note — Les conditions qui précisent l'alimentation et le montage du ballast sont indiquées dans l'article A5 de l'annexe A

2 15 *Tension de service*

Valeur efficace la plus élevée de la tension qui s'applique à un isolement, soit à circuit ouvert soit en fonctionnement avec lampe, les phénomènes transitoires n'étant toutefois pas pris en considération

2 16 *Chauffage (ou préchauffage) en parallèle d'une cathode*

Type de chauffage (ou de préchauffage), fourni par un enroulement à basse tension du ballast, connecté directement aux bornes de la cathode de la lampe

Note — Ce type de chauffage ne se rencontre pratiquement que dans les équipements à allumage sans starter

2 17 *Chauffage (ou préchauffage) en série d'une cathode*

Type de chauffage (ou de préchauffage) dans lequel la cathode est insérée en série dans le circuit principal avant que la lampe ne s'allume

2 18 *Effet redresseur*

Effet pouvant se manifester à la fin de la durée de vie d'une lampe lorsque l'une des cathodes est brisée ou a une émission thermo-électrique insuffisante, de telle sorte que le courant qui traverse la lampe présente des demi-alternances successives inégales

2 19 *Puissance de court-circuit (d'une source de tension)*

La puissance de court-circuit d'une source de tension est le quotient du carré de la tension requise à ses bornes (à circuit ouvert) par l'impédance interne de la source (vue de ces mêmes bornes)

2 20 *Essai de type*

Essai ou série d'essais effectués sur un échantillon pour essai de type, dans le but de contrôler la conformité de la réalisation d'un produit donné aux exigences de la spécification appropriée

2 21 *Echantillon pour essai de type*

Echantillon consistant en une ou plusieurs unités semblables, présenté par le fabricant ou le vendeur responsable dans le but d'effectuer un essai de type

3 Prescriptions générales

Les ballasts doivent être prévus et construits de façon qu'en usage normal leur fonctionnement soit sûr et que l'utilisateur ou l'entourage ne puissent pas être mis en danger. Les condensateurs et autres accessoires éventuellement incorporés dans le ballast doivent satisfaire aux exigences des normes de la CEI qui leur correspondent.

2 13 *Rated maximum operating temperature (of a ballast winding) symbol t_w*

The winding temperature assigned by the manufacturer as the highest temperature at which the ballast may be expected to have a service life of at least ten years' continuous operation

2 14 *Rated temperature rise (of a ballast winding) symbol Δt*

The temperature rise assigned by the manufacturer to the winding, under the conditions specified in this standard

Note — The specifications for the supply and mounting conditions of the ballast are given in Clause A5 of Appendix A

2 15 *Working voltage*

The highest r m s voltage which may occur across any insulation, transients being neglected, in open circuit conditions or during lamp operation

2 16 *Parallel cathode heating (or pre-heating)*

Type of heating (or pre-heating) supplied by a low tension winding of the ballast directly connected to the cathode terminations of the lamp

Note — This type of heating circuit is used in practice only with lamps operated without starter

2 17 *Series cathode heating (or pre-heating)*

Type of heating (or pre-heating) in which a cathode is connected in series in the main circuit before the lamp has started

2 18 *Rectifying effect*

The effect which may occur at the end of lamp life when one cathode either is broken or has insufficient electron emission resulting in the arc current in consecutive half cycles being unequal

2 19 *Short-circuit power*

The short-circuit power of a voltage source is the quotient of the square of the voltage to be generated at its output terminals (in open circuit conditions) and the internal impedance of the source (as seen from the same terminals)

2 20 *Type test*

A test or a series of tests, made on a type test sample for the purpose of checking compliance of the design of a given product with the requirements of the relevant specification

2 21 *Type test sample*

A sample consisting of one or more similar units submitted by the manufacturer or the responsible vendor for the purpose of a type test

3 General requirements

Ballasts shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings. Capacitors and other components incorporated in ballasts shall comply with the requirements of the appropriate IEC standard

Le contrôle de la conformité à ces exigences, tant pour les ballasts que pour les autres éléments résulte en général de l'exécution de la totalité des essais prescrits

4 Généralités sur les essais

- 1) Les essais sont considérés comme essais de type
- 2) Sauf indication contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles
- 3) L'essai est effectué sur un échantillon comprenant une ou plusieurs unités soumises en vue de l'essai de type Voir définition du paragraphe 2 20

Un échantillon de huit ballasts est exigé, dont sept pour l'épreuve d'endurance et un pour tous les autres essais Voir l'article 12 pour les conditions de conformité à l'épreuve d'endurance

Note — A l'exception de l'essai d'endurance, certains pays exigent que trois ballasts soient essayés; dix ballasts sont donc exigés, dont sept pour l'essai d'endurance et trois pour tous les autres essais

- 4) Les essais sont effectués dans les conditions spécifiées aux annexes A et E

5 Classification

A l'étude

6 Marquage

6 1 Marquages obligatoires

Les ballasts doivent porter de façon claire les indications suivantes

- 1) Marque d'origine (marque déposée, marque de fabrique ou nom du distributeur responsable)
- 2) Référence ou numéro de modèle du fabricant
- 3) Schéma de branchement indiquant clairement l'utilisation des bornes, à moins qu'elle ne soit évidente

Les ballasts à incorporer, dépourvus de bornes, doivent comporter sur le schéma de câblage l'indication nette du code caractérisant le rôle des différents conducteurs

- 4) Tension (ou tensions s'il y en a plusieurs), fréquence et courant(s) nominaux d'alimentation
- 5) Puissance nominale et, si nécessaire, type(s) de la lampe ou des lampes pour laquelle (lesquelles) le ballast est prévu Si le ballast est associé à plus d'une lampe, indiquer leur nombre et leur puissance individuelle

- 6) La température maximale nominale de fonctionnement des bobinages, suivie du symbole t_w , ces valeurs seront des multiples de 5 °C

- 7) Facteur de puissance, par exemple $\cos \phi$ 0,85

Si le facteur de puissance est inférieur à 0,95 (en avance), l'indication de sa valeur doit être suivie de la lettre «C», par exemple $\cos \phi$ 0,80 C

Pour les ballasts prévus de surcroît pour alimenter des lampes en série, les facteurs de puissance correspondants doivent être portés sur les ballasts

Les marquages supplémentaires suivants sont ajoutés si besoin est

In general, compliance for ballasts and other elements is checked by carrying out all the tests specified

4 General notes on tests

- 1) The tests are considered as type tests
- 2) The tests are carried out in the order of the clauses unless otherwise specified
- 3) The type test is carried out on one sample consisting of one or more items submitted for the purpose of the type test. See definition of Sub-clause 2.20

One sample of eight ballasts is required of which seven are for the endurance test and one for all the other tests. For conditions of compliance for the endurance test, see Clause 12

Note — With the exception of the endurance test, certain countries require three ballasts to be tested and therefore ten ballasts are required of which seven are for the endurance test and three for all other tests

- 4) The tests are made under the conditions specified in Appendices A and E

5 Classification

Under consideration

6 Marking

6.1 Mandatory markings

Ballasts shall be clearly marked with the following mandatory markings

- 1) Mark of origin (this may take the form of a trade mark, or the manufacturer's name or the name of the responsible vendor)
- 2) Manufacturer's model number or type reference
- 3) Wiring diagram indicating clearly the position of terminals, unless connections are self-evident

In the case of built-in ballasts having no terminals, a clear indication shall be given on the wiring diagram of the significance of the code used for the connecting wires

- 4) Rated supply voltage (or voltages, if there are several), frequency and supply current(s)
- 5) Rated wattage of, and if necessary, the designation of the type or types of lamp for which the ballast is designed. If the ballast is to be used with more than one lamp, the number and wattage of each lamp shall be indicated
- 6) Rated maximum operating temperature of the windings, following the symbol t_w , values increasing in multiples of 5 °C
- 7) Circuit power-factor, for example $\cos \phi 0.85$

If the power-factor is less than 0.95 leading, it shall be followed by the letter "C", for example $\cos \phi 0.80 C$

For ballasts intended for the additional application of operating lamps in series, the appropriate power factors shall be marked on the ballast

The following additional marking shall be added if appropriate

- 8) Si le ballast est constitué de plus d'un élément, celui qui renferme l'enroulement contrôlant le courant portera dans son marquage l'indication des caractéristiques essentielles des autres éléments et du condensateur éventuel
- 9) Dans le cas d'un ballast inductif utilisé avec un condensateur série séparé, autre qu'un condensateur de déparasitage radioélectrique, les marquages de tension nominale, de capacité et, si nécessaire, de température maximale de fonctionnement et(ou) de tension d'essai du condensateur doivent être répétés sur le ballast
- 10) Le cas échéant, le signe $\overline{Z}$ qui indique que le ballast est prévu pour répondre aux conditions concernant l'impédance aux fréquences musicales (voir article 27, section trois)
- 11) Le symbole de prise de terre $\perp$, 417-IEC-5019

6.2 Information à fournir, le cas échéant

En plus des marquages obligatoires indiqués ci-dessus, les informations suivantes doivent être, le cas échéant, soit marquées sur le ballast soit indiquées dans le catalogue du fabricant ou dans une publication semblable

- 1) Le symbole «D6» entre parenthèses pour les ballasts pour lesquels le fabricant a choisi la durée de 60 jours pour l'épreuve d'endurance. Cette indication est placée immédiatement à la suite de la valeur t_w

Note — Le symbole «D6» est une abréviation de 60 jours

Ce marquage peut ne pas figurer si la durée précitée a la valeur normale (30 jours)

- 2) Les ballasts pour lesquels une constante S différente de 4 500 est revendiquée par le fabricant portent un marquage constitué du symbole S auquel est accolé un nombre indiquant la valeur de S en milliers, par exemple «S6» si S vaut 6 000. Les valeurs suivantes de S sont préférentielles 4 500, 5 000, 6 000, 8 000, 11 000, 16 000

- 3) Le symbole H si le ballast n'est pas d'un type à faible distorsion

Note — Dans le cas d'un ballast comprenant un condensateur autre que ceux destinés à l'antiparasitage radioélectrique, il est recommandé de marquer également sur le ballast les valeurs de la tension et de la capacité nominales et, si nécessaire, de la température maximale nominale de fonctionnement du condensateur et (ou) tension d'essai

6.3 Autre information

Le fabricant peut fournir l'information suivante non obligatoire si elle est disponible

L'échauffement nominal de l'enroulement suivi du symbole Δt , ces valeurs sont des multiples de 5 °C

6.4 Lisibilité et indélébilité du marquage

Le marquage doit être indélébile et facilement lisible

La vérification est effectuée par examen et en essayant d'effacer les marques et indications en les frottant légèrement pendant 15 s avec un tissu imbibé d'eau et un autre d'essence

- 8) In the case of a ballast consisting of more than one separate unit, the current controlling inductive element(s) shall be marked with the essential details of the other unit(s) and/or essential capacitors
- 9) In the case of an inductive ballast used with a separate series capacitor other than a radio interference suppression capacitor, the marking of rated voltage, capacitance and, if necessary, the rated maximum operating temperature and/or the test voltage of the capacitor, shall be repeated on the ballast
- 10) The symbol $\overline{Z}$ which indicates that the ballast is designed to comply with the conditions for audio-frequency impedance (see Clause 27, Section Three)
- 11) The symbol for earth terminal $\perp$, 417-IEC-5019

6.2 Information to be provided, if applicable

In addition to the above mandatory markings, the following information, if applicable, shall be given either on the ballast, or be made available in the manufacturer's catalogue or the like

- 1) For ballasts which, at the manufacturer's choice, have to be tested for a period of 60 days during the endurance test, with the symbol "D6", placed between brackets immediately after the t_w indication

Note — The symbol "D6" is an abbreviation of 60 days

The endurance test period of 30 days need not be marked

- 2) For ballasts for which a constant S other than 4 500 is claimed by the manufacturer, the symbol S together with its appropriate value in thousands, for example "S6", if S has a value of 6 000. The following values of S are preferred: 4 500, 5 000, 6 000, 8 000, 11 000, 16 000

- 3) The symbol H which indicates that the ballast is not of the low distortion type

Note — In the case of a ballast incorporating a capacitor other than a radio interference suppression capacitor, the repetition on the ballast of a rated voltage, capacitance and, if necessary, the rated maximum operating temperature and/or the test voltage of the capacitor is recommended

6.3 Other information

The manufacturer may provide the following non-mandatory information, if available

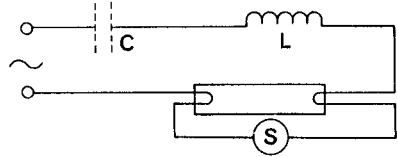
The rated temperature rise of the winding following symbol Δt , values increasing in multiples of 5 °C

6.4 Legibility and durability of marking

Marking shall be durable and easily legible

Compliance is checked by inspection and by trying to remove the marking by rubbing lightly for 15 s with one piece of cloth soaked with water and another with hexane spirit

La figure ci-après est un exemple typique du marquage d'un ballast

MARQUE	Numéro de modèle	220 V ~ 50 Hz
	$1 \times 65 \text{ W} - 0,67 \text{ A} \cos \phi \cap 50$ $C = 5,7 \mu\text{F} \pm 5\% 380 \text{ V} - 0,68 \text{ A} \cos \phi 0,50 \text{ C}$	
	$t_w 120$ $(D6) 56$	

Note — L'exemple de marquage ci-dessus indique que le ballast peut être utilisé pour alimenter une lampe de 65 W soit en circuit inductif ($0,67 \text{ A} \cos \phi 0,50$), soit en série avec un condensateur ($5,7 \mu\text{F} \pm 5\% 380 \text{ V}$), en circuit capacitif ($0,68 \text{ A} \cos \phi 0,50 \text{ C}$)

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS THERMIQUES ET MÉCANIQUES

7 Protection contre le toucher accidentel des parties sous tension

Le vernis ou l'émail ne sont pas considérés comme une protection ou isolation efficace contre le toucher accidentel des parties sous tension

Les ballasts renfermant des condensateurs d'une capacité supérieure à $0,5 \mu\text{F}$ doivent être pourvus d'un dispositif assurant la décharge de ces éléments de manière que la tension à travers le condensateur ne dépasse pas 50 V, 1 min après la déconnexion du ballast de la source d'alimentation

8 Bornes

8 1 Lorsque des bornes sont prévues, elles doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections suivantes

— bornes pour les conducteurs d'alimentation et autres câbles extérieurs

0,5 à 1,0 ou 0,75 à 1,5 ou 1,0 à 2,5 mm²

— bornes pour les conducteurs intérieurs

0,5 à 1,0 mm²

La vérification est effectuée en raccordant des conducteurs de la plus faible et de la plus forte sections spécifiées

8 2 Les bornes à vis doivent être conformes aux prescriptions de la section 14 de la Publication 598-1 de la CEI Luminaires, Première partie Règles générales et généralités sur les essais

8 3 Les bornes sans vis doivent être conformes aux prescriptions de la section 15 de la Publication 598-1 de la CEI

9 Dispositions en vue de la mise à la terre

9 1 La borne de terre, s'il y en a une, doit satisfaire aux prescriptions de l'article 8 Les dispositifs de serrage doivent être convenablement assurés contre le desserrage accidentel et il ne doit pas être

The figure below illustrates a typical example of ballast-marking

BRAND	Model number	220 V ~ 50 Hz
	$I \times 65 \text{ W} - 0.67 \text{ A } \cos \phi 0.50$ $C = 5.7 \mu\text{F} \pm 5\% 380 \text{ V} - 0.68 \text{ A } \cos \phi 0.50 \text{ C}$	
$t_w 120$ (D6) S6		

Note — The typical ballast marking above indicates that the ballast may be used to supply a lamp of 65 W either in an inductive circuit ($0.67 \text{ A } \cos \phi 0.50$), or in series with a capacitor ($5.7 \mu\text{F} \pm 5\% 380 \text{ V}$), in a capacitive circuit ($0.68 \text{ A } \cos \phi 0.50 \text{ C}$)

SECTION TWO — THERMAL AND MECHANICAL REQUIREMENTS

7 Protection against accidental contact with live parts

Lacquer or enamel is not deemed to be adequate protection or insulation against accidental contact with live parts

Ballasts incorporating a capacitor of capacitance exceeding $0.5 \mu\text{F}$ shall be provided with a discharge device so that the voltage across the capacitor, 1 min after disconnection of the ballast from a source of supply at rated voltage, does not exceed 50 V

8 Terminals

8.1 When terminals are provided, they shall permit the connection of conductors with cross-sectional areas, as follows

- terminals for supply and other external wires
0.5 to 1.0 or 0.75 to 1.5 or 1.0 to 2.5 mm²
- terminals for internal wires
0.5 to 1.0 mm²

Compliance shall be checked by fitting conductors of the smallest and largest cross-sectional areas specified

8.2 Screw terminals shall comply with the requirements of Section 14 of IEC Publication 598-1 Luminaires, Part 1 General Requirements and Tests

8.3 Screwless terminals shall comply with the requirements of Section 15 of IEC Publication 598-1

9 Provision for earthing

9.1 The earthing terminal, if any, shall comply with the requirements of Clause 8. The clamping means shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen the

possible de les desserrer à la main. En ce qui concerne les bornes sans vis, il ne doit pas être possible de desserrer fortuitement les dispositifs de serrage.

La vérification est effectuée par examen, par un essai manuel et par les essais de l'article 8.

- 9.2 Toutes les parties d'une borne de mise à la terre doivent être prévues pour minimiser le risque de corrosion électrolytique provenant du contact avec le conducteur de terre ou tout autre métal en contact avec elles.

La vis ou les autres parties de la borne de terre doivent être réalisées en laiton, en tout autre métal inoxydable, ou en matière dont la surface est inoxydable, les surfaces de contact doivent être en métal et au moins l'une d'elles doit être nue.

La vérification est effectuée par examen.

10 Exigences de construction

- 10.1 Les ballasts doivent être mécaniquement robustes et conçus de telle façon que, pendant leur utilisation, les effets de l'humidité et des variations de température qu'ils subissent soient minimisés autant que possible.

- 10.2 Des dispositifs de fixation robustes doivent être prévus.

La conformité aux prescriptions des paragraphes 10.1 et 10.2 est vérifiée par examen.

11 Résistance à l'humidité et isolement

- 11.1 Les ballasts doivent résister à l'humidité. Ils ne doivent présenter aucun dommage appréciable après avoir été soumis à l'essai d'humidité décrit à l'article A2 de l'annexe A.

- 11.2 L'isolement doit être suffisamment assuré

- entre les parties sous tension de polarité différente,
- entre les parties sous tension et les parties extérieures y compris les vis de fixation.

La résistance d'isolement mesurée immédiatement après le séjour à l'humidité dans les conditions définies au paragraphe A2.1 de l'annexe A, ne doit pas être inférieure à 2 MΩ.

Immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement, le ballast doit, de plus, satisfaire, pendant 1 min, à un essai diélectrique effectué dans les conditions définies au paragraphe A2.2 de l'annexe A, la tension d'épreuve répondant aux valeurs du tableau I ci-après.

TABLEAU I

Tensions d'essai après l'épreuve d'humidité

Tension de service (U)	Tension d'essai
Inférieure ou égale à 42 V	500 V
Supérieure à 42 V	$2 U + 1\,000$ V

Pour les isollements entre les parties sous tension et les parties extérieures, la tension d'essai est basée sur la tension nominale du ballast si cette dernière est supérieure à la tension de service.

- 11.3 Si un condensateur est branché entre parties sous tension et parties métalliques externes d'un ballast, la mesure de la résistance d'isolement entre ces parties est remplacée par une mesure du

clamping means by hand For screwless terminals, it shall not be possible to loosen the clamping means unintentionally

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the tests of Clause 8

- 9.2 All parts of an earth terminal shall be such as to minimize the danger of electrolytic corrosion resulting from contact with the earth conductor or any other metal in contact with them

Either the screw or other parts of the earthing terminal shall be made of brass or other non-rusting metal, or a material with a non-rusting surface and the contact surfaces shall be of metal, at least one of which shall be bare

Compliance is checked by inspection

10 Constructional requirements

- 10.1 Ballasts shall be mechanically robust and shall be so designed and constructed as to minimize the effects thereon of moisture in the atmosphere and of temperature changes during use

- 10.2 Adequately robust means of fixing shall be provided

Compliance with the requirements of Sub-clauses 10.1 and 10.2 shall be checked by inspection

11 Moisture resistance and insulation

- 11.1 The ballast shall be moisture-resistant. It shall not show any appreciable damage after being subjected to the moisture treatment described in Appendix A, Clause A2

- 11.2 Insulation shall be adequate

- between poles,
- between live parts and external parts including fixing screws

The insulation resistance measured immediately after the humidity conditioning under the conditions specified in Appendix A, Sub-clause A2.1, shall be not less than 2 MΩ

Immediately after the insulation resistance test, the ballast shall, in addition, withstand a voltage test for 1 min under the conditions specified in Appendix A, Sub-clause A2.2, the test voltage corresponding to the values of Table I

TABLE I

Test voltages after moisture treatment

Working voltage (U)	Test voltage
Up to and including 42 V	500 V
Above 42 V	$2 U + 1\,000$ V

For the insulation between live parts and external parts, the test voltage shall be based on the rated voltage of the ballast if this voltage is higher than the working voltage

- 11.3 If a capacitor is connected between live parts and external metal parts of the ballast, the measurement of the insulation resistance between these parts is replaced by a measurement of the leakage

courant de fuite, effectuée conformément au schéma de la figure 1, page 90, le ballast étant alimenté sous une tension égale à 110% de la tension nominale d'alimentation et sous la fréquence nominale

Le courant de fuite est mesuré entre chacune des polarités de la source d'alimentation et les parties métalliques externes, le ballast étant ou non équipé de lampes

La résistance du circuit de mesure doit être égale à $2\,000 \pm 50\ \Omega$. Le courant de fuite ne doit pas dépasser 0,5 mA

12 Endurance thermique des enroulements

L'essai est effectué sur sept nouveaux ballasts qui n'ont été soumis à aucun des essais précédents et qui ne sont pas utilisés pour d'autres essais

On s'assure avant l'essai que chaque ballast permet l'amorçage et le fonctionnement corrects d'une lampe et l'on relève le courant d'arc de cette lampe dans les conditions normales de fonctionnement et sous la tension nominale d'alimentation. Les enroulements de ces ballasts doivent ensuite supporter l'essai d'endurance thermique décrit à l'article A4 de l'annexe A. Les températures sont ajustées de façon à correspondre à la durée théorique d'essai de 30 jours ou de 60 jours pour les ballasts portant le marquage «D6». À défaut d'indication, on adoptera la durée de 30 jours

À l'issue de l'essai, les ballasts, revenus à la température ambiante, doivent satisfaire aux exigences suivantes

- a) Alimenté sous la tension nominale, chaque ballast assure l'amorçage de la lampe qui a servi avant l'essai et son courant d'arc ne dépasse pas 115% de la valeur relevée avant l'essai décrit plus haut

Note — Cet essai a pour but de mettre en évidence tout changement défavorable du réglage du ballast

- b) La résistance d'isolement entre l'enroulement et le boîtier du ballast, mesurée sous une tension continue d'environ 500 V, n'est pas inférieure à 1 M Ω

Le résultat de l'essai est considéré comme satisfaisant si au moins six ballasts sur les sept répondent à ces exigences. Il est considéré comme négatif si plus de deux ballasts n'y répondent pas

Dans le cas de deux défaillances, l'essai est repris avec sept nouveaux ballasts sur lesquels aucune défaillance n'est tolérée

13 Essais d'échauffement des ballasts

13.1 Avant l'essai, les contrôles et mesures ci-après sont effectués

- a) Le ballast doit assurer de façon normale l'amorçage et le fonctionnement d'une lampe (ou des lampes)
- b) La résistance de chaque enroulement est mesurée à la température ambiante

13.1.1 Tension appliquée aux condensateurs

La tension appliquée aux condensateurs incorporés dans les ballasts doit, à fréquence nominale, satisfaire aux prescriptions des points a) et b) ci-dessous

Les prescriptions des points a) et b) ci-dessous ne sont pas applicables aux condensateurs de starters ni à ceux dont la capacité est égale ou inférieure à 0,1 μ F (valeur nominale)

Les prescriptions du point b) ne sont pas applicables aux condensateurs autorégénérateurs

current in accordance with the diagram given in Figure 1, page 90, the ballast being connected to a voltage equal to 110% of the rated supply voltage at rated frequency

The leakage current is measured between each pole of the supply source and the external metal parts, with and without lamps

The resistance of the measuring circuit shall be $2\,000 \pm 50\ \Omega$. The leakage current shall not exceed 0.5 mA

12 Thermal endurance of windings

The test is carried out on seven new ballasts, which have not been subjected to the preceding tests. They shall not be used for further testing.

Before the test, each ballast shall start and operate a lamp normally and the lamp arc current shall be measured under normal conditions of operation and at rated voltage. The windings of the ballasts shall withstand the thermal endurance test described in Appendix A, Clause A4. The thermal conditions shall be so adjusted that the objective duration of the test shall be either 30 days or 60 days for ballasts marked with "D6". If no indication is given, the test period shall be 30 days.

After the test, when the ballasts have returned to ambient temperature, they shall satisfy the following requirements:

- a) At rated voltage each ballast shall start the same lamp and the lamp arc current shall not exceed 115% of the value measured before the test, as described above.

Note — This test is to determine any adverse change in ballast setting.

- b) The insulation resistance between the winding and the ballast case measured at approximately 500 V d.c. shall be not less than 1 M Ω .

The result of the test shall be considered to be satisfactory if at least six of the seven ballasts satisfy these requirements. The test shall be considered to be failed if more than two ballasts fail the test.

In the case of two failures, the test shall be repeated with seven more ballasts and no failure of these ballasts shall be permitted.

13 Limitation of ballast heating

13.1 Before the test, the following shall be checked and measured:

- a) The ballast shall start and operate the lamp(s) normally.
- b) The resistance of each winding shall be measured at the ambient temperature.

13.1.1 *Voltage across capacitors*

At rated frequency, the voltage across a capacitor incorporated in a ballast shall comply with the requirements given in Items a) and b) below.

The requirements of Items a) and b) below do not apply to the capacitors in starters or those having a capacitance equal to or less than 0.1 μ F (nominal).

The requirements of Item b) do not apply to self-healing capacitors.

- a) En conditions normales, lorsque le ballast est essayé à sa tension nominale d'alimentation, la tension à laquelle sont soumis les condensateurs ne doit pas dépasser leur propre tension nominale
- b) En conditions anormales (voir paragraphe 13.3), lorsque le ballast est essayé à 110% de sa tension nominale d'alimentation, la tension à laquelle sont soumis les condensateurs ne doit pas dépasser la tension d'essai appropriée figurant dans la Publication 566 de la CEI

13.2 Conditions normales et anormales

Lorsque le ballast est essayé dans les conditions définies à l'article A5 de l'annexe A, les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs figurant au tableau II pour les essais en conditions normales et anormales, respectivement

Sauf indication contraire marquée sur le ballast, adopter les limites figurant dans la colonne S4,5 des tableaux VIA et VIB. La validité de l'adoption de constantes autres que S4,5 doit être justifiée conformément à l'annexe B

13.3 Conditions anormales

Par conditions anormales, on entend un régime de fonctionnement dans lequel l'une des conditions suivantes se trouve réalisée

- a) lampe ou l'une des lampes n'est pas insérée,
- b) la lampe ne s'amorce pas parce qu'une cathode est coupée,
- c) lampe qui ne s'amorce pas, bien que les circuits de cathodes ne soient pas interrompus (lampe désactivée),
- d) pour les circuits à starter, un starter est en court-circuit,
- e) la lampe fonctionne, mais l'une de ses cathodes est désactivée ou brisée (effet redresseur)

Pour les besoins de l'essai, la condition anormale est représentée par les conditions les plus sévères spécifiées aux points a) à e) ci-dessus

Au cours de l'essai en conditions anormales, la tension du condensateur doit être mesurée (voir point b) du paragraphe 13.1.1). Si la tension est plus élevée que la tension d'essai appropriée, donnée dans la Publication 566 de la CEI, l'essai doit être répété avec le condensateur en court-circuit

Note — Les condensateurs autorégénérateurs sont exclus des prescriptions des deux derniers alinéas de ce paragraphe

- a) Under normal conditions, when the ballast is tested at its rated supply voltage, the voltage across the capacitor shall not exceed the rated voltage of the latter
- b) Under abnormal conditions (see Sub-clause 13 3), when the ballast is tested at 110% of its rated supply voltage, the voltage across the capacitor shall not exceed the appropriate test voltage in IEC Publication 566

13 2 *Normal and abnormal conditions*

When the ballast is tested in accordance with the requirements of Clause A5 of Appendix A, the temperature shall not exceed the appropriate value given in Table II for the test under normal and abnormal conditions

Unless otherwise indicated on the ballast, the limiting temperatures specified in column S4 5 of Tables VIA and VIB apply. The use of constants other than S4 5 shall be justified in accordance with Appendix B

13 3 *Abnormal conditions*

Abnormal conditions are working conditions in which one or more of the following apply

- a) the lamp or one of the lamps is not inserted,
- b) the lamp does not start because one of the cathodes is broken,
- c) the lamp does not start although the cathode circuits are intact (de-activated lamp),
- d) in switch-start circuits, one starter is short-circuited,
- e) the lamp operates, but one of the cathodes is de-activated or broken (rectifying effect)

For test purposes, the abnormal conditions shall be the most severe of the conditions stated in Items a) to e) above

During the abnormal test, the capacitor voltage shall be measured (see Item b) of Sub-clause 13 1 1). If the voltage is higher than the appropriate test voltage given in IEC Publication 566, the test shall be repeated with the capacitor short-circuited

Note — Self heating capacitors are excluded from the requirements of the last two paragraphs of this sub clause

TABLEAU II

Températures maximales en degrés Celsius¹⁾

Parties	Conditions normales à 110% de la tension nominale	Conditions anormales à 110% de la tension nominale
Enroulements	2)	Voir tableaux IIA et IIB ³⁾
Boîtier de condensateur		
— sans indication de température	50	60
— portant l'indication de la température nominale maximale de fonctionnement t_c	t_c	$t_c + 10$
Bornes pour les conducteurs externes	85	
Parties en:		
— résines phénoliques à charge de bois	110	
— résines phénoliques à charge minérale	145	
— résines à base d'urée	90	
— mélamines	100	
— papiers stratifiés imprégnés aux résines	110	
— caoutchouc	70	
— matériaux thermoplastiques	4)	
S'il est fait usage de matériaux ou de procédés de fabrication autres que ceux indiqués dans le tableau, ils ne doivent pas être exposés en conditions normales à des températures supérieures à celles admissibles pour ces matériaux Les températures des bornes sans vis sont à l'étude		

¹⁾ Les températures maximales indiquées dans le tableau II ne doivent pas être dépassées lorsque le ballast est mis en fonctionnement à sa température ambiante maximale. Les valeurs du tableau sont établies pour une température ambiante de 25 °C, l'essai étant conduit dans les conditions indiquées à l'article A5 de l'annexe A.

²⁾ La mesure de l'échauffement d'un enroulement sous les conditions normales à tension nominale de 100% selon l'article A5 de l'annexe A, c'est-à-dire la vérification de la valeur marquée Δt n'est pas obligatoire et sa mesure n'est effectuée que pour servir d'information lors de la conception d'un luminaire.

³⁾ Les températures maximales en conditions anormales correspondent à la température maximale qui peut être atteinte par le ballast lors de l'essai d'endurance (voir annexe A, article A4). Cette température maximale correspond à une période d'endurance de 20 jours pour les ballasts dont l'essai dure 30 jours, et de 40 jours pour ceux dont l'essai dure 60 jours.

⁴⁾ L'échauffement des matières thermoplastiques qui servent non pas à l'isolation du fil, mais à la protection contre les contacts avec les parties actives ou au support de telles parties, est aussi déterminé afin de pouvoir établir les conditions de l'essai du paragraphe 16.1.

TABLE II

Limiting temperatures in degrees Celsius¹⁾

Parts	Normal operation at 110% of rated voltage	Abnormal operation at 110% of rated voltage
Windings	2)	See Tables IIA and IIB ³⁾
Capacitor enclosure		
— without temperature marking	50	60
— with indication of rated maximum operating temperature t_c	t_c	$t_c + 10$
Terminals for external wiring	85	
Part made of:		
— wood-filled phenolic mouldings	110	
— mineral-filled phenolic mouldings	145	
— urea mouldings	90	
— melamine mouldings	100	
— laminated, resin-bonded paper	110	
— rubber	70	
— thermoplastic materials	4)	
If materials or manufacturing methods are used other than those indicated in the table, they shall not be operated at temperatures higher than those which are proved to be permissible for these materials		
Temperatures related to screwless terminals are under consideration		

¹⁾ The limiting temperatures in Table II shall not be exceeded when the ballast is operated at its maximum ambient temperature. The values in the table are based on an ambient temperature of 25 °C. The test shall be carried out according to the conditions specified in Appendix A, Clause A5.

²⁾ The measurement of the temperature rise of the winding under normal conditions at 100% rated voltage in accordance with Clause A5 of Appendix A, viz. verification of the marked Δt value is non-mandatory and its measurement is only performed so as to provide information for luminaire design.

³⁾ The limiting temperatures under abnormal conditions correspond to the maximum temperature the ballast may reach during the endurance test—see Appendix A, Clause A4. This maximum temperature corresponds to an endurance period of 20 days in the case of ballasts tested for 30 days and 40 days for those tested for 60 days.

⁴⁾ The temperature of thermoplastic material other than that used for the insulation of the wiring, which provides protection against contact with live parts or supporting such parts, is also determined. The value so obtained will serve in order to establish the conditions of the test of Sub-clause 16.1.

TABLEAU IIA

Limites admissibles pour la température des enroulements lors de l'essai d'échauffement en conditions anormales et à 110% de sa tension nominale pour les ballasts soumis à un essai d'endurance d'une durée de 30 jours

Constante S	Limites admissibles pour la température (°C)					
	S4,5	S5	S6	S8	S11	S16
pour $t_w =$	90	171	161	147	131	119
	95	178	168	154	138	125
	100	186	176	161	144	131
	105	194	183	168	150	137
	110	201	190	175	156	143
	115	209	198	181	163	149
	120	217	205	188	169	154
	125	224	212	195	175	160
	130	232	220	202	182	166
	135	240	227	209	188	172
	140	248	235	216	195	178
	145	256	242	223	201	184
	150	264	250	230	207	190

TABLEAU IIB

Limites admissibles pour la température des enroulements lors de l'essai d'échauffement en conditions anormales et à 110% de sa tension nominale, pour les ballasts marqués «D6» et soumis à un essai d'endurance d'une durée de 60 jours

Constante S	Limites admissibles pour la température (°C)					
	S4,5	S5	S6	S8	S11	S16
pour $t_w =$	90	158	150	139	125	115
	95	165	157	145	131	121
	100	172	164	152	137	127
	105	179	171	158	144	132
	110	187	178	165	150	138
	115	194	185	171	156	144
	120	201	192	178	162	150
	125	208	199	184	168	155
	130	216	206	191	174	161
	135	223	213	198	180	167
	140	231	220	204	186	173
	145	238	227	211	193	179
	150	246	234	218	199	184

Les essais relatifs à la condition e) ne s'appliquent qu'aux ballasts pour lampes à allumage sans starter du type à réactance capacitive et qui n'ont, en dehors d'éventuels condensateurs d'antiparasitage radioélectrique, qu'une impédance inductive en parallèle avec la lampe. De tels ballasts sont soumis à l'essai indiqué au paragraphe A5.2 de l'annexe A.

TABLE IIA

Limiting temperatures of windings under abnormal operating conditions and at 110% of rated voltage for ballasts subjected to an endurance test duration of 30 days

Constant S	Limiting temperature (C)						
	S4.5	S5	S6	S8	S11	S16	
for $t_w =$	90	171	161	147	131	119	110
	95	178	168	154	138	125	115
	100	186	176	161	144	131	121
	105	194	183	168	150	137	126
	110	201	190	175	156	143	132
	115	209	198	181	163	149	137
	120	217	205	188	169	154	143
	125	224	212	195	175	160	149
	130	232	220	202	182	166	154
	135	240	227	209	188	172	160
	140	248	235	216	195	178	166
	145	256	242	223	201	184	171
	150	264	250	230	207	190	177

TABLE IIB

Limiting temperatures of windings under abnormal operating conditions and at 110% of rated voltage for ballast marked "D6" which are subjected to an endurance test duration of 60 days

Constant S	Limiting temperature (°C)						
	S4.5	S5	S6	S8	S11	S16	
for $t_w =$	90	158	150	139	125	115	107
	95	165	157	145	131	121	112
	100	172	164	152	137	127	118
	105	179	171	158	144	132	123
	110	187	178	165	150	138	129
	115	194	185	171	156	144	134
	120	201	192	178	162	150	140
	125	208	199	184	168	155	145
	130	216	206	191	174	161	151
	135	223	213	198	180	167	156
	140	231	220	204	186	173	162
	145	238	227	211	193	179	168
	150	246	234	218	199	184	173

Tests under condition e) apply only to starterless ballasts having capacitive reactance control and apart from possible radio interference capacitors, nothing but an inductive impedance connected in parallel with the lamp. Such ballasts shall be subjected to the test in Appendix A, Sub-clause A5.2

Dans le cas d'un ballast prévu pour plus d'une lampe, on ne retient que la mise en court-circuit du starter dont la défaillance provoque l'échauffement le plus élevé, les lampes non intéressées fonctionnant normalement

Si les prescriptions du paragraphe 13.1.1b) concernant la tension apparaissant aux bornes du condensateur dans les conditions anormales ne sont pas satisfaites dans le cas d'un condensateur en série, le ballast n'est pas considéré comme non satisfaisant s'il répond aux exigences d'échauffement en conditions anormales lors d'un essai supplémentaire effectué avec le condensateur mis en court-circuit au lieu du starter

- 13.4 Après le dernier essai d'échauffement et après refroidissement, le ballast doit satisfaire aux conditions suivantes

- a) les marques et indications qu'il porte restent lisibles,
- b) il supporte sans dommage un essai diélectrique effectué conformément au paragraphe 11.2, la tension d'essai étant toutefois ramenée à 75% de la valeur fournie par le tableau I, sans cependant devenir inférieure à 500 V

14 Vis, parties transportant le courant et connexions

- 14.1 Les assemblages et connexions électriques réalisés au moyen de vis, dont la défaillance pourrait rendre l'appareil dangereux, doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal

Les vis qui transmettent la pression de contact et dont le diamètre nominal est inférieur à 3 mm doivent se visser dans le métal

La vérification est effectuée par examen et, pour les vis et écrous qui transmettent la pression de contact, par l'essai suivant

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés

- dix fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un écrou en matière isolante,
- cinq fois pour les écrous et les autres vis

Les vis s'engageant dans un écrou en matière isolante sont à chaque fois retirées complètement et engagées à nouveau

Pour l'essai des vis et des écrous des bornes, on place dans la borne l'âme massive d'un conducteur de la plus forte section spécifiée au paragraphe 8.1. L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clef appropriée, en appliquant le couple de torsion indiqué dans le tableau III. La colonne I s'applique aux vis sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou au moment du serrage. La colonne II s'applique aux autres vis et aux écrous

TABLEAU III

Couple de torsion des bornes

Diamètre nominal de la vis (mm)	Couple de torsion (Nm)	
	I	II
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4
Au dessus de 2,8 à 3,0 inclus	0,25	0,5
Au dessus de 3,0 à 3,2 inclus	0,3	0,6
Au dessus de 3,2 à 3,6 inclus	0,4	0,8
Au dessus de 3,6 à 4,1 inclus	0,7	1,2
Au dessus de 4,1 à 4,7 inclus	0,8	1,8
Au dessus de 4,7 à 5,3 inclus	0,8	2,0
Au-dessus de 5,3 à 6,0 inclus	—	2,5

In the case where a ballast is designed for more than one lamp, only the starter, whose failure would cause the highest temperature, is short-circuited, the unaffected lamps shall operate normally

If the requirements of Sub-clause 13.1.1b) with regard to the voltage across capacitors under abnormal conditions is not fulfilled in the case of a series capacitor, the ballast shall not be deemed to be unsatisfactory provided it withstands an additional heating test under abnormal conditions with the capacitor short-circuited instead of the starter

13.4 After these heating tests and after cooling down, the ballast shall comply with the following conditions

- a) the ballast marking shall still be legible,
- b) the ballast shall withstand without damage a voltage test according to Sub-clause 11.2, the test voltage, however, being reduced to 75% of the values given in Table I, but not less than 500 V

14 Screws, current-carrying parts and connections

14.1 Screwed connections, electrical or otherwise, the failure of which might cause the ballast to become unsafe, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use

Screws transmitting contact pressure which have a nominal diameter less than 3 mm shall screw into metal

Compliance is checked by inspection and for screws and nuts transmitting contact pressure by the following tests

The screws or nuts are tightened and loosened

- ten times for screws in engagement with a thread of insulating material,
- five times for nuts and other screws

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time

When testing terminal screws and nuts, a solid conductor of the largest cross-section specified in Sub-clause 8.1 is placed in the terminal. The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table III. Column I applies to screws without heads if the screw, when tightened, does not protrude from the hole. Column II applies to other screws and to nuts

TABLE III

Torque test requirements for terminals

Nominal diameter of screw (mm)	Torque (Nm)	
	I	II
Up to and including 2.8	0.2	0.4
Over 2.8 up to and including 3.0	0.25	0.5
Over 3.0 up to and including 3.2	0.3	0.6
Over 3.2 up to and including 3.6	0.4	0.8
Over 3.6 up to and including 4.1	0.7	1.2
Over 4.1 up to and including 4.7	0.8	1.8
Over 4.7 up to and including 5.3	0.8	2.0
Over 5.3 up to and including 6.0	—	2.5

Le conducteur est déplacé après chaque desserrage

Pendant l'essai, on ne doit constater aucune détérioration qui nuirait à l'emploi ultérieur des assemblages et des connexions à vis

Les vis ou les écrous qui sont manœuvrés lors de la fixation ou du raccordement de l'appareil comprennent les vis ou les écrous des bornes, et les vis de fixation des enveloppes, couvercles, etc., lorsqu'elles doivent être desserrées pour raccorder les conducteurs externes. Ne sont pas compris les assemblages réalisés au moyen de conduits filetés, et les vis destinées à fixer l'appareil sur son support

La forme de la lame du tournevis doit être adaptée à la tête de la vis à essayer. Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par secousses. Les écrous sont essayés de la même manière. Les détériorations subies par les enveloppes ne sont pas retenues

- 14.2 Les vis s'engageant dans un écrou en matière isolante doivent avoir une longueur de la partie filetée engagée au moins égale à 3 mm plus le tiers du diamètre nominal de la vis, le maximum requis étant limité à 8 mm. Une introduction correcte de la vis dans l'écrou doit être assurée

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main

La prescription concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple au moyen d'un guidage prévu sur la partie à fixer, par un retrait dans l'écrou ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé

- 14.3 Les connexions électriques doivent être disposées de façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que céramiques, mica pur ou autres matières présentant des caractéristiques au moins équivalentes, sauf si un retrait éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques

- 14.4 Les vis embouties ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles serrent directement ces parties entre elles et en assurent le contact, et sauf si elles sont bloquées et protégées contre le desserrage par un dispositif approprié

Les vis taraudeuses sont permises pour assurer la connexion des parties transportant le courant qui ne se composent pas de matériaux tendres sujets au fluage, tels que le zinc et l'aluminium

Les vis embouties peuvent être utilisées pour assurer la continuité des connexions de mise à la terre qui ne doivent pas être démontées en usage normal. En pareil cas, au moins deux vis doivent être utilisées, lesquelles doivent être protégées efficacement contre le desserrage

La vérification est effectuée par examen

- 14.5 Les vis et les rivets, utilisés à la fois pour des connexions électriques et mécaniques, doivent être protégés contre le desserrage

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main

Des rondelles élastiques peuvent constituer une protection suffisante. Dans le cas des rivets, l'utilisation d'un axe non circulaire ou d'une entaille appropriée peut constituer une protection suffisante

L'utilisation de matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal

- 14.6 Les parties transportant le courant doivent être en cuivre, en un alliage contenant au moins 50% de cuivre, ou en un autre métal résistant aussi bien à la corrosion que le cuivre et ayant des propriétés mécaniques au moins équivalentes