

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 82

Troisième édition — Third edition

1973

Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence

Ballasts for tubular fluorescent lamps



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

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres 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**
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

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication

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 82

Troisième édition — Third edition

1973

Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence

Ballasts for tubular fluorescent lamps



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
INTRODUCTION	6
SECTION UN — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET CONDITIONS DE SÉCURITÉ	
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Définitions	8
3 Prescriptions générales	12
4 Généralités sur les essais	12
5 Classification	12
6 Marquage	12
7 Protection contre le toucher	16
8 Bornes pour les conducteurs extérieurs	16
9 Dispositions en vue de la mise à la terre	18
10 Construction	18
11 Tension appliquée aux condensateurs	18
12 Résistance à l'humidité et isolement	20
13 Endurance	22
14 Limites d'échauffement des ballasts	24
15 Résistance mécanique	30
16 Vis, parties transportant le courant et connexions	30
17 Lignes de fuite et distances dans l'air	34
18 Résistance à la chaleur	36
19 Résistance à la corrosion	36
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT	
20 Généralités	38
21 Tensions à circuit ouvert aux bornes de la lampe et du starter (s'il existe)	38
22 Conditions de préchauffage	42
23 Puissance et courant fournis à la lampe	44
24 Facteur de puissance (λ)	44
25 Courant absorbé au réseau	44
26 Courant maximal aux entrées de cathodes	46
27 Forme d'onde du courant	46
28 Tension aux bornes du starter (s'il existe) pour starter fonctionnant par tension appliquée	50
29 Protection contre les influences magnétiques	50
30 Réduction des perturbations radioélectriques (pour ballasts indépendants seulement)	50
31 Limites du niveau du bruit (pour ballasts indépendants seulement)	52
32 Impédance aux fréquences musicales	52
ANNEXE A — Essais (se rapportant à la Section Un)	54
ANNEXE B — Notes explicatives au sujet de l'essai d'endurance des ballasts	70
ANNEXE C — Ballasts de référence	76
ANNEXE D — Lampes de référence	80
ANNEXE E — Essais (se rapportant à la Section Deux et aux annexes C et D)	82
FIGURES	94

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

SECTION ONE — GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS

Clause	
1	Scope 7
2	Definitions 9
3	General requirement 13
4	General notes on tests 13
5	Classification 13
6	Marking 13
7	Protection against accidental contact 17
8	Terminals for external wiring 17
9	Provision for earthing 19
10	Constructional requirements 19
11	Voltage across capacitors 19
12	Moisture resistance and insulation 21
13	Endurance 23
14	Limitation of ballast heating 25
15	Mechanical strength 31
16	Screws, current-carrying parts and connections 31
17	Creepage distances and clearances 35
18	Resistance to heat 37
19	Resistance to corrosion 37

SECTION TWO — PERFORMANCE

20	General 39
21	Open-circuit voltages at terminations of lamp or starter (if any) 39
22	Pre-heating conditions 43
23	Power and current output 45
24	Overall power factor (γ) 45
25	Current consumed from supply 45
26	Maximum current in any lead to a cathode 47
27	Current waveform 47
28	Voltage across terminals of voltage operated starter (if any) 51
29	Protection against magnetic influence 51
30	Radio interference suppression (for independent ballasts only) 51
31	Limitation of noise (for independent ballasts only) 53
32	Impedance at audio-frequencies 53

APPENDIX A — Tests (referring to Section One)	55
APPENDIX B — Explanatory notes on ballast endurance testing	71
APPENDIX C — Reference ballasts	77
APPENDIX D — Reference lamps	81
APPENDIX E — Tests (referring to Section Two and Appendices C and D)	83
FIGURES	94

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 recommandation 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

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Londres en 1968 et à Washington en 1970. A la suite de ces réunions, plusieurs projets définitifs, documents 34C(Bureau Central)31, 32, 36, 37 et 40, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois entre février 1970 et juin 1971.

Des modifications au document 34C(Bureau Central)32, document 34C(Bureau Central)49, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1972.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de toutes les parties de la présente recommandation.

Afrique du Sud (République d')

Australie

Finlande

Italie

Japon

Royaume-Uni

Suède

Turquie

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 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 34C, Auxiliaries for Discharge Lamps, of IEC Technical Committee No 34, Lamps and Related Equipment

Drafts were discussed at the meetings held in London in 1968 and in Washington in 1970. As a result of these meetings, several drafts, documents 34C(Central Office)31, 32, 36, 37 and 40, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule between February 1970 and June 1971.

Amendments to document 34C(Central Office)32, document 34C(Central Office)49, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication of all parts of this recommendation:

Australia
Finland
Italy
Japan

South Africa (Republic of)
Sweden
Turkey
United Kingdom

BALLASTS POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE

Introduction

La présente recommandation pour les ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence constitue une spécification complète dont la section un décrit les exigences auxquelles les ballasts doivent satisfaire afin d'assurer la sécurité des circuits de lampes à fluorescence et dont la section deux fournit les exigences de bon fonctionnement.

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.

On trouvera, dans la présente édition, l'introduction de deux nouveaux concepts relatifs aux caractéristiques thermiques des enroulements. Il s'agit, d'une part, de la température maximale nominale de fonctionnement d'un enroulement (symbole t_m), laquelle ne doit pas être dépassée si l'on veut assurer une durée de vie suffisante pour le ballast et, d'autre part, de l'échauffement nominal d'un enroulement (symbole Δt), lequel ne doit pas être dépassé lors d'un essai effectué dans les conditions spécifiées. Ces deux concepts doivent permettre de mieux apprécier les possibilités d'emploi des ballasts dans les environnements thermiques auxquels ils peuvent être exposés, en particulier lors de l'association d'un ballast et d'un luminaire. Toutefois, jusqu'à nouvel ordre, l'application, soit du premier de ces concepts, soit des deux réunis, reste facultative et les méthodes d'essai qui se basent sur ces notions sont indiquées en variante à la méthode des limites d'échauffement des éditions précédentes.

La présente recommandation s'applique aux ballasts destinés à être associés aux lampes des types les plus répandus sur le plan international.

SECTION UN — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET CONDITIONS DE SÉCURITÉ

1. Domaine d'application

La présente recommandation a pour but de fixer les exigences auxquelles doivent répondre les ballasts en vue d'assurer le bon comportement et la sécurité des ensembles qu'ils constituent avec des lampes à fluorescence.

La présente recommandation définit en outre les caractéristiques de construction et de fonctionnement des ballasts de référence nécessaires pour assurer la précision et la reproductibilité des résultats lors des essais de ballasts, elles précisent, en particulier, les recommandations de sélection des lampes de référence utilisées pour ces essais.

La présente recommandation concerne les ballasts pour courant alternatif jusqu'à 250 V de fréquence égale à 50 Hz ou 60 Hz, à l'exclusion de ceux du type à résistance, associés à des lampes à fluorescence à cathode préchauffée et à allumage commandé ou non par interrupteur d'amorçage (starter) et dont les puissances nominales, les dimensions et les caractéristiques sont indiquées dans la Publication 81 de la C.E.I. Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général.

BALLASTS FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS

Introduction

This recommendation for ballasts for tubular fluorescent lamps forms a complete specification of which Section One describes the requirements which the ballasts shall comply with in order to ensure the safety of fluorescent lamp circuits and of which Section Two gives the requirements for good performance

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 for tubular fluorescent lamps presents particular difficulties which require a proper definition of testing methods. This testing will generally be done 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

There will also be found, in the present edition, the introduction of two new concepts relative to the thermal characteristics of windings. It refers, on the one hand, to the rated maximum operating temperature of the winding (symbol t_w), which shall not be exceeded if one wishes to ensure a sufficient length of life for the ballast and, on the other hand, to the rated temperature rise of a winding (symbol Δt), which shall not be exceeded during a test made under the specified conditions. These two concepts make possible a better appreciation of the possibilities of using the ballasts in the thermal environment to which they may be exposed, in particular when the ballast is incorporated in a luminaire. For the time being, the application may be optional for the first of these two concepts or for the two together, and the methods of tests which are based on these ideas are indicated as alternatives to the method of limiting the temperature rise as given in previous editions

This recommendation refers to ballasts for use with those types of lamps which are internationally the most popular in demand

SECTION ONE — GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS

1 Scope

This recommendation describes the requirements with which the ballast shall comply in order to ensure the correct performance and safety of complete tubular fluorescent lamp circuits

This recommendation also includes all those features of reference ballast construction and performance which are considered necessary to assure accurate and reproducible results when testing ballasts, particularly with regard to the selection of reference lamps

This recommendation covers ballasts for use on a c supply up to 250 V at 50 Hz or 60 Hz, excluding the resistance types, associated with 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. This recommendation applies to complete ballasts or to their component parts such as reactors, transformers

La présente recommandation s'applique aux ballasts complets ou à leurs éléments constitutants tels qu'inductances, transformateurs et condensateurs, à l'exception des condensateurs dont la capacité est égale ou inférieure à $0,1 \mu\text{F}$ et qui sont noyés dans la matière de remplissage d'un ballast

Note — Les recommandations 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 recommandation

2.1 *Ballast*

Un ballast est un appareil inséré entre l'alimentation et une ou plusieurs lampes à décharge qui, à l'aide d'inductances, de capacités ou de résistances utilisées séparément ou en combinaisons, a pour but principal de limiter 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 l'effet stroboscopique, corrigent le facteur de puissance et/ou diminuent les perturbations radioélectriques

a) *Ballast indépendant*

Ballast constitué de un ou de plusieurs éléments séparés, prévu(s) pour pouvoir être installé(s) séparément, en dehors de tout appareil d'éclairage et sans enveloppe supplémentaire,

b) *Ballast à incorporer*

Ballast prévu exclusivement pour être monté dans un appareil d'éclairage, un coffret ou dans toute enveloppe similaire

2.2 *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 dans la présente recommandation

2.3 *Lampe de référence*

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

2.4 *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 doit toujours être très voisin du courant normal de régime des lampes pour lesquelles le ballast de référence a été conçu

2.5 *Tension d'alimentation*

Tension appliquée au circuit complet de la lampe (ou des lampes) et du ballast

and capacitors, with the exception of capacitors having a capacitance of 0.1 μF or less embedded in compound within a ballast

Note — Recommendations 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 purposes of this recommendation, the following definitions apply

2.1 Ballast

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

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

a) Independent ballast

A ballast consisting of one or more separate elements so designed that it, or they, can be mounted separately outside a lighting fitting and without any additional enclosure

b) Built-in ballasts

A ballast exclusively designed to be built into a lighting fitting, a box, an enclosure or the like

2.2 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 recommendation

2.3 Reference lamp

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

2.4 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 running current of the lamps for which the reference ballast is suitable

2.5 Supply voltage

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

2 6 *Courant d'alimentation*

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

2 7 *Facteur de puissance global, symbole λ*

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

2 8 *Ballast à haut facteur de puissance*

Ballast dont la valeur du facteur de puissance global est au moins de 0,85

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

2 9 *Ballast à haute impédance aux fréquences musicales*

Ballast dont l'impédance aux fréquences s'étendant de 250 Hz à 2 000 Hz excède les valeurs spécifiées à l'article 32

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

2 10 *Ballast à faible distorsion*

Ballast dont les taux d'harmoniques de son courant d'alimentation répondent aux exigences les plus sévères spécifiées au paragraphe 27.1

2 11 *Température maximale nominale de fonctionnement (d'un condensateur)*

Température maximale admissible en un endroit quelconque de la surface externe du condensateur pour assurer une durée de vie suffisante

2 12 *Température maximale nominale de fonctionnement (d'un enroulement), symbole t_w*

Température la plus élevée qui assure à cet enroulement une espérance de fonctionnement correct de dix années en service continu (à cette température)

2 13 *Échauffement nominal (d'un enroulement), symbole Δt*

Échauffement maximal admissible pour cet enroulement lors d'un essai effectué sur le ballast dans les conditions spécifiées dans la présente recommandation

Note — Les conditions qui précisent l'alimentation et le montage du ballast sont indiquées à l'article 14 complété par le paragraphe A5.2 de l'annexe A
Elles ne se rapportent qu'aux ballasts incorporés de sorte que le concept d'échauffement nominal ne s'applique, jusqu'à nouvel ordre, qu'à ces ballasts

2 14 *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 une lampe, les phénomènes transitoires n'étant toutefois pas pris en considération

2 15 *Chauffage (ou préchauffage) en parallèle d'une cathode*

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

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

2 6 *Supply current*

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

2 7 *Overall power factor, symbol λ*

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

2 8 *High power factor ballast*

A ballast having an overall power factor of at least 0.85

Note — The value of 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 9 *High audio-frequency impedance ballast*

A ballast whose impedance in the frequency range 250 Hz — 2 000 Hz exceeds the values specified in Clause 32

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

2 10 *Low distortion type ballast*

A ballast of which the harmonic content complies with the more severe requirements of Sub-clause 27.1

2 11 *Rated maximum operating temperature (of a capacitor)*

The highest permissible temperature which may occur at any place on the outer surface of the capacitor to ensure sufficient life

2 12 *Rated maximum operating temperature (of a ballast winding), symbol t_w*

The highest temperature of a ballast winding which gives an expectancy of ten years continuous service (at that temperature)

2 13 *Rated temperature rise (of a ballast winding), symbol Δt*

The declared temperature rise of the winding when the ballast is tested under the conditions specified in this recommendation

Note — The specifications for the supply and mounting conditions of the ballast are given in Clause 14 and in Sub-clause A5.2 of Appendix A
They apply to built-in ballasts only and therefore the very concept of rated temperature rise is applicable only, for the time being, to such ballasts

2 14 *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 15 *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 only used in practice with lamps operated without starters

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

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

2 17 *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 thermoélectronique insuffisante de sorte que le courant qui traverse la lampe présente des alternances successives inégales

3 **Prescriptions générales**

Les ballasts doivent être prévus et construits de façon que leur fonctionnement, en usage normal, soit sûr et que l'utilisateur ou l'entourage ne puissent pas être mis en danger. La vérification résulte en général de l'exécution de la totalité des essais prescrits

4 **Généralités sur les essais**

- 1) Les essais de ballasts et de condensateurs sont considérés comme essais de type
 - 2) Sauf indication contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles
 - 3) Les nombres d'échantillons suivants sont requis
 - un échantillon pour l'essai de type d'un ballast sans marquage de température,
 - huit échantillons pour l'essai de type d'un ballast avec marquage de température (dont sept pour l'essai d'endurance et un pour tous les autres essais),
 - quinze échantillons pour l'essai de type d'un condensateur (dont dix pour l'essai d'endurance)
- Note* — L'essai d'endurance mis à part, certains pays requièrent trois ballasts pour les essais de type
- 4) Les essais sont effectués dans les conditions spécifiées à l'annexe A

5 **Classification**

Les ballasts sont classés selon la méthode d'installation en

- ballasts indépendants,
- ballasts à incorporer

6 **Marquage**

6 1 *Marquage d'un ballast*

Le ballast portera de façon claire les indications suivantes:

- 1) Marque d'origine (marque déposée, marque de fabrique ou nom du vendeur responsable)
- 2) Type
- 3) Schéma de branchement indiquant clairement la position des bornes, à moins qu'elle ne soit évidente

2 16 *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 17 *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

3 **General requirement**

Ballasts shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings. In general, compliance is checked by carrying out all the tests specified

4 **General notes on tests**

- 1) Tests for ballasts and capacitors are type tests
- 2) The tests are carried out in the order of the clauses unless otherwise specified
- 3) The following number of samples will be submitted:
 - for type test of ballasts without temperature marking: one sample,
 - for type test of ballasts with temperature marking: eight samples (of which seven are for the endurance test and one for all other tests),
 - for type test of capacitors: fifteen samples (of which ten are for the endurance test)

Note — With the exception of the endurance test, certain countries require three ballasts to be type tested

- 4) The tests are made under the conditions specified in Appendix A

5 **Classification**

Ballasts are classified according to method of installation

- independent ballasts,
- ballasts for building-in (built-in ballasts)

6 **Marking**

6 1 *Ballast marking*

Ballasts shall be provided with legible marking as follows:

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

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

Dans le cas d'un ballast utilisant un condensateur, il est recommandé de marquer également sur le ballast les valeurs de la capacité, de la tension nominale et, si nécessaire, la température maximale nominale de fonctionnement du condensateur et/ou sa tension d'essai

- 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, on indique leur nombre et leur puissance individuelle
- 6) Facteur de puissance. Si le facteur de puissance est inférieur à 0,95, l'indication de sa valeur doit être suivie de la lettre « C » s'il correspond à un courant capacitif
- 7) Le cas échéant, le signe $\bar{Z}$ qui indique que le ballast est prévu pour répondre aux conditions concernant l'impédance aux fréquences musicales (voir article 32)
- 8) Le cas échéant, le symbole $\oplus$ qui caractérise les ballasts indépendants

Les marquages supplémentaires suivants doivent être ajoutés lorsqu'ils sont d'application :

- 9) Les ballasts, avec une température maximale nominale de fonctionnement de leur enroulement, porteront l'indication de cette température à la suite du symbole t_w . Les valeurs sont toujours des multiples de 5 °C

Note — Les valeurs de 90 °C, 105 °C et 120 °C sont préférentielles

- 10) Les ballasts précédents peuvent également porter l'indication d'un échauffement nominal de leur enroulement à la suite du symbole Δt

Note — Les valeurs de 40 °C, 55 °C, 70 °C, 85 °C sont préférentielles

- 11) Le symbole H qui indique que le ballast n'est pas d'un type à faible distorsion

6.2 Marquage d'un condensateur

Les condensateurs autres que ceux d'une capacité égale ou inférieure à 0,1 μ F, prévus pour être incorporés dans des ballasts ou fournis séparément pour emploi dans des circuits de lampes à fluorescence, doivent porter de façon claire les indications suivantes

- 1) Marque d'origine (marque déposée, marque de fabrique ou nom du vendeur responsable)
- 2) Type
- 3) Capacité
- 4) Tension nominale
- 5) Tension d'essai, si elle est supérieure à 1,3 fois la tension nominale

Note — La tension d'essai est la tension de l'essai d'endurance

- 6) Nature de l'alimentation
- 7) Température maximale nominale de fonctionnement (la valeur minimale admise est 50 °C)

6.3 Les marques et indications doivent être indélébiles et facilement lisibles

La conformité est vérifiée par examen et en essayant d'effacer les marques et indications en les frottant légèrement pendant 15 s avec deux chiffons dont l'un est imbibé d'eau et l'autre d'essence

La révision de cet essai est à l'étude

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

In the case of a ballast using a capacitor, the repetition on the ballast of the rated voltage, capacitance and, if necessary, the rated maximum operating temperature and/or the test voltage of the capacitor is recommended

- 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 is to be indicated
- 6) Power factor. If the power factor is less than 0.95 leading, it shall be followed by the letter "C"
- 7) If necessary, the symbol $\overline{Z}$ which indicates that the ballast is designed to comply with the conditions for audio-frequency impedance (see Clause 32)
- 8) If applicable, the symbol for independent ballasts $\oplus$

The following additional markings shall be added if appropriate

- 9) Ballasts with a rated maximum operating temperature of the winding shall be marked with the claimed value following the symbol t_w . Values increasing in 5 °C steps

Note — Preferred values are the following: 90 °C, 105 °C, 120 °C

- 10) Ballasts with t_w marking may also be marked with the rated temperature rise of the winding following the symbol Δt

Note — Preferred values are the following: 40 °C, 55 °C, 70 °C, 85 °C

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

6.2 Capacitor marking

Capacitors, other than those having a capacitance of 0.1 μ F or less, intended to be incorporated in ballasts or supplied as separate elements for use in fluorescent lamp circuits shall be clearly and durably marked with the following

- 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) Type
- 3) Capacitance
- 4) Rated voltage
- 5) Test voltage, if this is greater than 1.3 times the rated voltage

Note — The test voltage is the endurance test voltage

- 6) Nature of supply
- 7) Rated maximum operating temperature (minimum permissible value is 50 °C)

6.3 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 a piece of cloth soaked with water and another with petrol

The revision of this test is under consideration

7 Protection contre le toucher

- 7.1 Les ballasts indépendants doivent être construits et enfermés de façon que soit garantie une protection suffisante contre le toucher des parties sous tension lorsqu'ils sont installés comme en usage normal

En particulier, les enveloppes des ballasts indépendants ne doivent pas présenter d'ouvertures donnant accès aux parties sous tension autres que celles nécessaires à leur usage et à leur fonctionnement

Le vernis ou l'émail ne sont pas considérés comme une protection efficace ou une isolation en ce qui concerne cette prescription

Les éléments assurant la protection contre le toucher doivent avoir une résistance mécanique appropriée et ne doivent pas pouvoir prendre de jeu en usage normal. Il doit être impossible de les enlever sans l'aide d'un outil

Le contrôle s'effectue par examen et, pour ce qui est de la protection contre le toucher, au moyen du doigt d'épreuve représenté à la figure 1, page 94, décelant électriquement les contacts. Ce doigt est appliqué dans toutes les positions possibles et, si nécessaire, avec une force de 30 N

Il est recommandé d'utiliser une tension de 40 V au moins, le contact étant mis en évidence par une lampe de signalisation

7.2 Protection contre les chocs électriques

Les ballasts renfermant des condensateurs d'une capacité supérieure à 0,5 μF doivent être pourvus d'un dispositif assurant la décharge de ces éléments de manière que la tension, aux bornes du condensateur, tombe à moins de 50 V une minute après la déconnexion du ballast de la source d'alimentation sous tension nominale

8 Bornes pour les conducteurs extérieurs

- 8.1 Lorsque des bornes sont prévues, ce qui devra être le cas pour le raccordement des conducteurs externes dans les ballasts indépendants, elles doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections suivantes

— bornes pour les conducteurs d'alimentation	0,75 mm ² à 2,5 mm ² ,
— bornes pour les autres conducteurs:	0,75 mm ² à 1,5 mm ²

Les exigences particulières aux bornes à vis sont données ci-après et à l'article 16

- 8.2 Les bornes à vis doivent être fixées de façon qu'elles ne puissent pas prendre de jeu quand on serre ou desserre les vis de connexion, que les conducteurs internes ne soient pas soumis à des efforts et que les lignes de fuite, comme les distances dans l'air, ne soient pas réduites en deçà des valeurs spécifiées à l'article 17
- 8.3 Les bornes à vis doivent être conçues de façon que l'âme du conducteur soit serrée entre deux surfaces métalliques et que le raccordement puisse se faire avec une pression de contact suffisante sans dommage pour les âmes du conducteur. On considère comme endommagées des âmes présentant des entailles profondes ou du cisaillement
- 8.4 Toute borne à vis pour les conducteurs externes doit être placée de façon que, lorsque le raccordement des conducteurs est effectué correctement, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre les parties sous tension de polarités différentes ou entre de telles parties et des parties métalliques accessibles

7 Protection against accidental contact

- 7.1 Independent ballasts shall be so constructed and enclosed that they are sufficiently protected against accidental contact with live parts when installed as in normal use

In particular, the enclosures of independent ballasts shall have no opening giving access to live parts other than those necessary for their use and working

Lacquer or enamel is not deemed to be adequate protection or insulation for the purpose of this requirement

Parts providing protection against accidental contact shall have adequate mechanical strength and shall not work loose in normal use. It shall not be possible to remove them without the use of tools

Compliance is checked by inspection, and with regard to protection against accidental contact, by means of the test finger shown in Figure 1, page 94, using an electrical indicator to show contact. This finger is applied in all possible positions, if necessary, with a force of 30 N.

It is recommended that a lamp be used for the indication of contact and that the voltage be not less than 40 V

7.2 Protection against electric shock

Ballasts in which a capacitor is enclosed with a capacity exceeding 0.5 μF shall be provided with an adequate discharge device so that the voltage across the capacitor, one minute after disconnection of the ballast from a source of supply at rated voltage, will not exceed 50 V

8 Terminals for external wiring

- 8.1 When terminals are provided, which should be the case for the connection of external conductors to independent ballasts, they shall permit the connection of conductors with cross-sectional areas, as follows

- terminals for supply wires 0.75 mm² to 2.5 mm²,
- terminals for other external wires 0.75 mm² to 1.5 mm²

Special requirements for screw terminals are given below and in Clause 16

- 8.2 Screw terminals shall be so fixed that when the clamping means are tightened or loosened, they will not work loose, internal conductors are not subjected to stress and creepage distances and clearances are not reduced below the values specified in Clause 17
- 8.3 Screw terminals shall be so designed that provision is made for the conductor to be clamped between two metal surfaces and that they allow connection to be made with sufficient contact pressure without damage to the conductor. A conductor shall be considered to be damaged if it shows deep incisions or shearing
- 8.4 Any screw terminals for external wiring shall be so placed that when the connection of the conductors is correctly made, there is no risk of accidental contact between live parts of opposite polarity or between such parts and accessible metal parts

- 8 5 Toute borne à vis pour les conducteurs externes doit être placée de façon que les conducteurs puissent être facilement introduits et raccordés et qu'on puisse fixer le couvercle, s'il en existe un, sans risque d'endommager les conducteurs

Note — Les exigences pour des bornes sans vis sont à l'étude

9 Dispositions en vue de la mise à la terre

La borne de terre, s'il y en a une *, doit être telle que le raccordement s'y fasse au moyen de vis dont le desserrage est suffisamment empêché en usage normal, elle doit être placée au voisinage des bornes d'alimentation et doit être repérée d'une façon claire et indélébile, du symbole $\perp$. Ce symbole ne doit pas être marqué sur les vis, les rondelles, ou d'autres pièces aisément amovibles

La borne de terre doit satisfaire aux prescriptions de l'article 8

Le métal de la borne de terre doit être tel qu'il n'y ait pas risque de corrosion au contact du cuivre du fil de terre

La vis ou le reste de la borne de terre doit être en laiton ou en un autre métal ne rouillant pas et toute surface de contact doit être en métal nu

Les vis des bornes de terre ne doivent pouvoir être desserrées qu'avec l'aide d'un outil

10 Construction

- 10 1 Les entrées de conducteurs des ballasts indépendants doivent permettre l'introduction d'un tube protecteur ou du revêtement des conducteurs de façon que soit assurée une protection mécanique complète

Les entrées de conducteurs doivent présenter une ouverture d'un diamètre nominal de 10,3 mm et une autre d'un diamètre nominal de 16,5 mm, la tolérance étant de $\pm 0,5$ mm

- 10 2 Les ballasts indépendants doivent être conçus de façon que soit ménagée une distance dans l'air d'au moins 5 mm entre un plan d'appui et les parties susceptibles d'être surchauffées en cas de défaut, comme par exemple les enroulements, les noyaux et les résistances

Le contrôle s'effectue par des mesures

La distance dans l'air prescrite peut être réalisée d'un côté ou de l'autre de l'enveloppe éventuelle du ballast ou peut être répartie de part et d'autre de cette enveloppe

11 Tension appliquée aux condensateurs

La tension appliquée aux condensateurs incorporés dans les ballasts doit, à fréquence nominale, satisfaire aux exigences suivantes

- 11 1 En conditions normales, et le ballast étant alimenté sous sa tension nominale, la tension à laquelle sont soumis les condensateurs ne doit pas dépasser leur propre tension nominale

* Certains pays exigent que les ballasts indépendants qui comportent des parties métalliques accessibles (à l'exclusion de petites vis et rivets isolés) soient pourvus d'une borne de terre fixée sur ces parties métalliques ou reliée de façon permanente à celles-ci

- 8 5 All external screw terminals shall be so located that the wires can easily be introduced and connected and so that the cover, if any, can be fixed without risk of damage to the wires

Note — Requirements for screwless terminals are under consideration

9 Provision for earthing

The earthing terminal, if any *, shall be of a type in which the conductor is secured by means of a screw, which shall not work loose in normal use, it shall be placed near to the mains terminals and shall be clearly and indelibly marked with the symbol $\perp$. This symbol shall not be placed on screws, removable washers or other easily removable parts

The earthing terminal shall comply with the requirements of Clause 8

The metal of the earthing terminal shall be such that there is no danger of corrosion resulting from contact with the copper of the earthing conductor

The screw or the other parts of the earthing terminal shall be made of brass or other non-rusting material and all the contact surfaces shall be bare metal

It shall not be possible to loosen the earthing terminal screw without the aid of a tool

10 Constructional requirements

- 10 1 Cable entries of independent ballasts shall allow the introduction of the conduit or the protective covering of the cable so as to afford complete mechanical protection

Cable entries shall provide one opening with a nominal diameter of 10.3 mm and one with a nominal diameter of 16.5 mm, the tolerance being ± 0.5 mm

- 10 2 Independent ballasts shall be so designed that a distance in air of at least 5 mm is provided between a flat supporting surface and parts liable to overheating in the event of a fault, such as windings, iron cores and resistors

Compliance is checked by measurement

The required distance in air may be provided on either side of a ballast enclosure, if any, or it may be divided by this enclosure

11 Voltage across capacitors

At rated frequency, the voltage across a capacitor incorporated in a ballast shall comply with the following requirements:

- 11 1 Under normal conditions, when the ballast is tested at the rated supply voltage, the voltage across the capacitor shall not exceed the rated voltage of the latter

* In some countries, independent ballasts with accessible metal parts (not including small insulated screws and rivets) shall be provided with an earthing terminal permanently fixed on, or connected to, these metal parts

- 11 2 En conditions anormales (voir l'article 14) et le ballast étant alimenté sous 110 % de sa tension nominale, la tension à laquelle sont soumis les condensateurs ne doit pas dépasser leur tension d'essai. En l'absence d'indication de cette dernière, celle-ci est estimée égale à 1,3 fois la tension nominale du condensateur.

Note — Ces exigences ne s'appliquent pas aux condensateurs utilisés dans les starters ou de capacité égale ou inférieure à 0,1 μF .

12 Résistance à l'humidité et isolement

- 12 1 Les ballasts doivent résister à l'humidité. Ils ne doivent présenter aucun dommage appréciable après avoir été soumis à l'essai hygroscopique décrit à l'article A2 de l'annexe A.

- 12 2 L'isolement doit être suffisamment assuré

- 1) Entre les pôles.
- 2) Entre les parties sous tension et les parties extérieures, y compris les vis de fixation.

La résistance d'isolement, mesurée immédiatement après l'essai hygroscopique dans les conditions définies au paragraphe A2 1 de l'annexe A, ne doit pas être inférieure à deux M Ω .

Immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement, le ballast doit, de plus, satisfaire à un essai diélectrique pendant une minute effectué dans les conditions définies au paragraphe A2 3 de l'annexe A, la tension d'essai répondant aux valeurs du tableau I ci-après.

TABLEAU I

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

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

- 12 3 Si un condensateur est connecté 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 courant de fuite effectuée conformément au schéma de la figure 2, page 94, le ballast étant alimenté sous une tension égale à 1,1 fois la tension nominale d'alimentation à la fréquence nominale.

Le courant de fuite est mesuré entre chaque pôle de la source d'alimentation et les parties métalliques externes, le ballast étant équipé ou non 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 4 Les ballasts doivent avoir un isolement suffisant entre spires. Le contrôle s'effectue en soumettant les enroulements pendant 1 min à une tension égale à cinq fois celle à laquelle ils sont soumis en régime normal à une fréquence au moins égale à cinq fois la fréquence nominale, la tension d'essai ne doit toutefois pas dépasser la valeur spécifiée au tableau I du paragraphe 12 2.

Au cours de l'essai, il ne doit pas se produire de court-circuit entre enroulements.

- 11 2 Under abnormal conditions (see Clause 14), when the ballast is tested at 110 % of its rated supply voltage, the voltage across the capacitor shall not exceed its test voltage. If the test voltage is not marked, it is deemed to be equal to 1.3 times the rated voltage of the capacitor.

Note — These requirements do not apply to capacitors used in starters, or those having a capacitance equal to or less than 0.1 μF .

12 Moisture resistance and insulation

- 12 1 The ballast shall be moisture resistant. It shall not show any appreciable damage after being subjected to the humidity test described in Clause A2 of Appendix A.

- 12 2 Insulation shall be adequate:

- 1) Between poles
- 2) Between live parts and external parts including fixing screws

The insulation resistance measured immediately after the humidity test under the conditions specified in Sub-clause A2.1 of Appendix A shall not be less than two M Ω .

Immediately after the insulation resistance test, the ballast shall, in addition, withstand a voltage test for one minute under the conditions specified in Sub-clause A2.3 of Appendix A, the test voltage corresponding to the values of Table I below.

TABLE I

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

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

- 12 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 current in accordance with the diagram given in Figure 2, page 94, the ballast being connected to a voltage equal to 1.1 times 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 4 Ballasts shall have adequate inter-turn insulation. Compliance is checked by submitting the windings for 1 min to a voltage equal to five times the voltage occurring in normal use and steady state, at not less than five times rated frequency, the test voltage shall not, however, exceed the value specified in Table I of Sub-clause 12.2.

During the test, there shall be no short-circuit between windings.

12 5 Les condensateurs à incorporer dans des ballasts ou fournis séparément pour emploi dans des circuits de lampes à fluorescence (à l'exclusion de ceux utilisés dans les starters ou de capacité égale ou inférieure à $0,1 \mu\text{F}$) doivent satisfaire aux exigences suivantes

- a) Les condensateurs doivent supporter pendant 1 h l'application entre bornes d'une tension alternative de fréquence égale à 50 Hz ou 60 Hz égale à leur tension d'essai ou, en l'absence d'indication de celle-ci, à 1,3 fois, leur tension nominale, la température ambiante étant égale à la température maximale nominale de fonctionnement augmentée de 10°C ou de 15 % suivant la valeur la plus élevée

Les condensateurs doivent être essayés dans l'air à la température spécifiée, maintenue à $\pm 2^\circ\text{C}$ près

Les condensateurs sans marquage de température doivent être mis à l'essai à 60°C

À l'issue de cet essai, les condensateurs, maintenus à cette température, doivent résister à l'application entre bornes, pendant 1 min, d'une tension alternative de fréquence égale à 50 Hz ou 60 Hz et de valeur égale à 2,15 fois la tension nominale, les autres isollements étant essayés selon les conditions du paragraphe 12 2

- b) Après refroidissement à la température ambiante, les condensateurs doivent résister à un essai hygroscopique consistant en un séjour de 500 h dans les conditions définies au paragraphe A2 1 de l'annexe A. Immédiatement après cet essai, les condensateurs doivent résister à nouveau à l'essai diélectrique entre bornes sous la tension de 2,15 fois la tension nominale comme spécifié ci-dessus, les autres isollements étant essayés selon les conditions du paragraphe 12 2

13 Endurance

13 1 Endurance thermique des enroulements

Cet essai ne s'applique qu'aux ballasts pourvus du marquage de la température maximale nominale de fonctionnement t_w

Avant l'essai, les contrôles et les mesures suivantes doivent être effectués

- a) Le ballast doit assurer, de façon normale, l'amorçage et le fonctionnement d'une lampe
b) Les pertes en watts du ballast doivent être mesurées dans les conditions normales de fonctionnement et sous la tension d'alimentation nominale

Les enroulements de ces ballasts doivent supporter l'essai d'endurance thermique décrit à l'article A4 de l'annexe A, destiné à contrôler la valeur de la température maximale nominale de fonctionnement. Le régime thermique doit être ajusté de façon que la durée théorique de l'essai soit, de préférence, ou de 15, ou de 30 jours, le fabricant peut toutefois choisir une durée plus longue à une température réduite en conséquence. En l'absence d'indication, on doit adopter la durée de 30 jours

L'essai est effectué sur sept ballasts neufs, qui n'ont pas été soumis aux essais précédents. Ils ne serviront plus aux autres essais. À l'issue de l'essai, les ballasts, après être revenus à la température ambiante, doivent satisfaire aux exigences suivantes

- a) Le ballast doit assurer l'amorçage et le fonctionnement d'une lampe
b) Les pertes en watts du ballast, mesurées dans les conditions normales de fonctionnement et sous la tension d'alimentation nominale, n'auront pas varié de plus de 10 % de la valeur relevée avant l'essai d'endurance
c) La résistance d'isolement entre l'enroulement et l'enveloppe mesurée sous tension continue d'environ 500 V, ne doit pas être inférieure à $1 \text{ M}\Omega$
d) Le ballast doit supporter un essai diélectrique effectué dans les conditions du paragraphe 12 2, la tension d'essai étant cependant de deux fois la tension de service

12.5 Capacitors (other than those used in starters or having a capacitance of 0.1 μF or less) intended to be incorporated in ballasts or supplied as separate elements for use in fluorescent lamp circuits shall comply with the following requirements

- a) Capacitors shall withstand for 1 h an a.c. voltage of a frequency of 50 Hz or 60 Hz equal to the test voltage, or if the test voltage is not marked, 1.3 times the rated voltage, applied between terminals. The ambient temperature shall be the rated maximum operating temperature, plus 10 °C or plus 15%, whichever is the higher

The capacitors shall be tested in air at the specified temperature with a tolerance of ± 2 deg C

Capacitors without a temperature marking shall be tested at 60 °C

At the end of this test, the temperature being maintained, the capacitors shall then be subjected, for 1 min, to an a.c. voltage of a frequency of 50 Hz or 60 Hz equal to 2.15 times the rated voltage applied between terminals, other insulation being tested according to the voltage test given in Sub-clause 12.2

- b) After having cooled down to ambient temperature, the capacitors shall withstand a moisture resistance test for 500 h under the conditions prescribed in Sub-clause A2.1 of Appendix A. Immediately after this test, the capacitors shall again withstand the voltage test of 2.15 times rated voltage applied between terminals as set out above, other insulation being tested according to the voltage test given in Sub-clause 12.2

13 Endurance

13.1 Thermal endurance of windings

This test shall be applied only to ballasts which are marked with the rated maximum operating temperature t_w

Before the test, the following shall be checked and measured

- a) The ballast shall start and operate a lamp normally
- b) The watts loss of the ballast shall be measured under normal conditions of operation at rated supply voltage

The windings of the ballast shall withstand the thermal endurance test described in Clause A4 of Appendix A, which is intended to control the value of the rated maximum operating temperature. The thermal conditions shall be so adjusted that the objective duration of the test shall preferably be either 15 or 30 days, although the manufacturer shall be free to adopt a longer test period at a lower temperature. If no indication is given, the duration of the test shall be 30 days

The test is carried out on seven new ballasts, which have not been subjected to preceding tests. They will not be used for further testing. After the test, when the ballasts have returned to room temperature, they shall satisfy the following requirements

- a) The ballast shall start and operate a lamp
- b) The watts loss of the ballast, measured under normal operating conditions at rated supply voltage, shall not have changed by more than 10% from the value measured before the endurance test
- c) The insulation resistance between the winding and the case measured at approximately 500 V d.c. shall not be less than 1 M Ω
- d) The ballast shall withstand a voltage test, according to Sub-clause 12.2, the test voltage, however, shall be twice the working voltage

Le résultat de l'essai doit être considéré comme satisfaisant si au moins six ballasts sur les sept répondent à ces exigences

Il doit être considéré comme négatif si plus de deux ballasts n'y répondent pas

Dans le cas de deux défaillances, l'épreuve doit être répétée avec sept nouveaux ballasts sur lesquels aucune défaillance ne doit être tolérée

13.2 Condensateurs

Les condensateurs doivent résister à un essai d'endurance consistant en l'application entre bornes pendant 500 h, d'une tension alternative de fréquence égale à 50 Hz ou 60 Hz, égale à leur tension d'essai ou, en cas d'absence d'indication de celle-ci, à 1,3 fois leur tension nominale

L'essai est effectué sur 10 échantillons dans un bain d'huile maintenu à la température maximale nominale de fonctionnement augmentée de 10 °C ou de 15 % suivant la valeur la plus élevée. La température est maintenue à ± 2 deg C près de la valeur prescrite. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni écoulement de la matière de remplissage, ni percement, ni contournement.

Les condensateurs sans marquage de température doivent être mis à l'essai à 60 °C

Note — Certains pays autorisent l'usage de condensateurs avec papier métallisé, mais ceux-ci font l'objet de prescriptions spéciales

14 Limites d'échauffement des ballasts

14.1 Avant l'essai, les contrôles et les mesures suivants doivent être effectués

- a) Le ballast doit assurer, de façon normale, l'amorçage et le fonctionnement d'une lampe
- b) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée à la température ambiante
- c) Les pertes en watts du ballast doivent être mesurées dans les conditions normales de fonctionnement et sous la tension d'alimentation nominale

14.2 a) Limites d'échauffement des ballasts sans marquage de t_w ou de t_w et Δt

Lorsque le ballast est essayé dans les conditions définies au paragraphe A5.1 de l'annexe A, les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs figurant au tableau II pour les essais dans les conditions normales et anormales

14.2 b) Limites d'échauffement des ballasts avec marquage de t_w ou de t_w et Δt

Lorsque les ballasts sont essayés conformément aux modalités prévues au paragraphe A5.2 de l'annexe A, les échauffements, en cas d'indication de la température maximale nominale de fonctionnement, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau II pour les essais dans les conditions normales et anormales

De même, pour les ballasts portant conjointement les indications de la température maximale nominale de fonctionnement et de l'échauffement nominal, l'échauffement des enroulements du ballast ne doit pas dépasser l'échauffement nominal indiqué sur le ballast. S'il est fait usage de matériaux ou de procédés de fabrication autres que ceux indiqués dans le tableau II, ils ne doivent pas être exposés à des températures supérieures à celles qu'on peut prouver admissibles pour ces matériaux

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 negative 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

13.2 Capacitors

Capacitors shall withstand for 500 h an endurance test consisting of the application between terminals of an a.c. voltage of a frequency of 50 Hz or 60 Hz equal to the test voltage, or if the test voltage is not marked, 1.3 times the rated voltage

The test is made on 10 samples placed in an oil bath at a temperature equal to the rated maximum operating temperature of the capacitor, plus 10 °C or plus 15 %, whichever is the higher. The temperature is maintained within ± 2 deg C of the specified value. During the test, there shall be no leakage of filling compound and no breakdown shall occur

Capacitors without a temperature marking shall be tested at 60 °C

Note — In certain countries, capacitors with metallized papers are used, but for these special requirements apply

14 Limitation of ballast heating

14.1 Before the test, the following shall be checked and measured

- a) The ballast shall start and operate the lamp normally
- b) The resistance of each winding shall be measured at the ambient temperature
- c) The watts loss of the ballast shall be measured under normal conditions of operation at the rated supply voltage

14.2 a) Limitation of ballast heating for ballasts without t_w or t_w and Δt marking

When the ballast is tested in accordance with the requirements of Appendix A, Sub-clause A5.1, the temperature rises shall not exceed the appropriate values given in Table II for the test under normal and abnormal conditions

14.2 b) Limitation of ballast heating for ballasts with t_w or t_w and Δt marking

When the ballasts are tested in accordance with the requirements of Appendix A, Sub-clause A5.2, the temperature rise of those with marking of rated maximum operating temperature shall not exceed the appropriate values given in Table II for the tests under normal and abnormal conditions

Similarly, for those marked with rated maximum operating temperature and rated temperature rise, the temperature rise of the windings of the ballast shall not exceed the rated temperature rise marked on the ballast. If other materials or manufacturing methods are used than those indicated in Table II, they shall not be exposed to temperatures higher than those which are proved to be permissible for these materials

TABLEAU II

Echauffements ¹⁾

Parties	Conditions normales sous tension nominale °C	Conditions normales à 110 % de la tension nominale °C	Conditions anormales à 110 % de la tension nominale °C
a) <i>Ballasts ne portant pas d'indication de température</i> Enroulement en fil émaillé ou verni: — couches séparées par du papier ou matière analogue — à couches non séparées par du papier ou matière analogue		70 60	135 135
b) <i>Ballasts portant l'indication de température maximale nominale de fonctionnement de l'enroulement (t_w)</i> Enroulements: Sans indication de Δt pour $t_w = 90^\circ\text{C}$ 95 °C 100 °C 105 °C 110 °C 115 °C 120 °C 125 °C ⁴⁾ 130 °C ⁴⁾ avec indication de Δt pour $t_w = 90^\circ\text{C}$ 95 °C 100 °C 105 °C 110 °C 115 °C 120 °C 125 °C ⁴⁾ 130 °C ⁴⁾	55 ²⁾ Δt ²⁾		135 ³⁾ 142 150 158 165 173 181 188 195 135 ³⁾ 142 150 158 165 173 181 188 195
c) <i>Pour tous les ballasts</i> Boîtiers des condensateurs: — sans indication de température — portant l'indication de la température maximale nominale de fonctionnement (t_c) Boîtier d'essai (sur l'extérieur) (pour ballast incorporé) Cas d'un ballast indépendant Bornes pour les conducteurs externes Parties faites en: — résines phénoliques à charge de bois — résines phénoliques à charge minérale — résines à base d'urée — mélamines — papiers stratifiés imprégnés aux résines — caoutchouc — matériaux thermoplastiques		15 $t_c - 35$ 60 60 40 85 120 65 75 85 45 ⁶⁾	25 $1,15 t_c - 35$ ou $t_c - 25$ ⁵⁾ 100 100

Voir notes à la page 28

TABLE II

*Temperature rise*¹⁾

Parts	Normal operation at 100% of rated voltage °C	Normal operation at 110% of rated voltage °C	Abnormal operation at 110% of rated voltage °C
a) <i>Ballasts without temperature marking</i> Windings of enamelled or varnished wire: — with layers separated by paper or the like — with layers not separated by paper or the like		70 60	135 135
b) <i>Ballasts with marking of rated maximum operating temperatures of the windings (t_w)</i> Windings: without Δt marking for $t_w =$ 90 °C 95 °C 100 °C 105 °C 110 °C 115 °C 120 °C 125 °C⁴⁾ 130 °C⁴⁾ with Δt marking for $t_w =$ 90 °C 95 °C 100 °C 105 °C 110 °C 115 °C 120 °C 125 °C⁴⁾ 130 °C⁴⁾	55 °C²⁾ Δt²⁾		135³⁾ 142 150 158 165 173 181 188 195 135³⁾ 142 150 158 165 173 181 188 195
c) <i>For all ballasts</i> Capacitor enclosures: — without temperature marking — with indication of rated maximum operating temperature (t_c) Test hood (on the outside) (for built-in ballast) Case of an independent ballast Terminals for external wiring Parts made of: — wood-filled phenolic mouldings — mineral-filled phenolic mouldings — urea mouldings — melamine mouldings — laminated, resin-bonded paper — rubber — thermoplastic materials		15 $t_c - 35$ 60 60 40 85 120 65 75 85 45 ⁶⁾	25 1 15 $t_c - 35$ or $t_c - 25$⁵⁾ 100 100

See notes on page 29

- 1) Les valeurs sont basées sur une température ambiante égale normalement à 25 °C mais pouvant occasionnellement atteindre 35 °C
- 2) La différence entre les valeurs de t_w et celles des échauffements mesurés est une indication de la marge disponible pour l'ambiance thermique dans laquelle le ballast peut être placé, notamment pour son montage dans un luminaire
- 3) Les échauffements de l'enroulement dans les conditions anormales correspondent à une durée de vie du ballast d'au moins 20 jours à une température ambiante de 35 °C
- 4) Si les valeurs de t_w de 125 °C ou de 130 °C sont exigées, on conservera provisoirement la constante 4 500 figurant à la formule de l'article B2 de l'annexe B. Une modification de cette constante pour les valeurs de t_w supérieures à 120 °C est à l'étude (voir annexe E)
- 5) Suivant la valeur la plus élevée
- 6) L'échauffement des matières thermoplastiques, autres que celles utilisées pour l'isolation du fil, qui servent à la protection contre les contacts avec les parties actives ou supportant de telles parties, est aussi déterminé afin de pouvoir établir les conditions de l'essai du paragraphe 18.1

14.3 Conditions anormales

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

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

Pour l'essai, la condition anormale la plus sévère parmi celles spécifiées de a) à d) ci-dessus doit être retenue

Dans le cas d'un ballast prévu pour plus d'une lampe, on ne court-circuitera que le starter dont la défaillance provoque l'échauffement le plus élevé, les lampes non concernées fonctionnant normalement

Si un ballast équipé d'un condensateur série ne satisfait pas aux exigences de l'article 11 concernant la tension aux bornes du condensateur dans les conditions anormales, le ballast n'est pas considéré comme non satisfaisant s'il satisfait à un autre essai additionnel d'échauffement dans les conditions anormales, mais le condensateur étant court-circuité au lieu du starter

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'anti-parasitage, qu'une impédance inductive en parallèle avec la lampe. De tels ballasts doivent être soumis à l'essai indiqué au paragraphe A5.1 a) de l'annexe A

14.4 Après ces essais d'échauffements et après refroidissement, le ballast doit satisfaire aux conditions suivantes

- a) Les marques et indications qu'il porte doivent toujours être lisibles
- b) Il doit supporter sans dommage un essai diélectrique effectué conformément à l'article 12.2, la tension d'essai étant toutefois ramenée à 75 % des valeurs indiquées au tableau I, mais sans devenir néanmoins inférieure à 500 V

- 1) The values are based on an ambient temperature normally equal to 25 °C but which may occasionally reach 35 °C
- 2) The difference between the value of t_w and the measured temperature rises gives an indication of the margin available for the thermal ambient in which the ballast might be placed, particularly when mounted in a luminaire
- 3) The temperature rises of the windings, under abnormal conditions, correspond to a ballast life of at least 20 days at an ambient temperature of 35 °C
- 4) If t_w values of 125 °C and 130 °C are required then, provisionally, the constant 4 500, in the formula in Clause B2 of Appendix B, may be used. A change in this constant for t_w values greater than 120 °C is under consideration (see Appendix E)
- 5) Whichever is the greater
- 6) The temperature rise 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 18.1

14.3 Abnormal conditions

Abnormal conditions are working conditions in which one or the other of the following conditions applies

- a) The lamp or one of the lamps is not inserted
- b) One of the cathodes of a lamp is broken or de-activated
- c) A 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 condition shall be the most severe of the conditions stated in a) to d) above

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

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

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 A5.1 a)

14.4 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 12.2, the test voltage being reduced to 75 % of the values given in Table I, but not less than 500 V

- c) Les pertes du ballast, dans les conditions normales, ne doivent pas varier de plus de 10 % par rapport à celles mesurées avant l'essai d'échauffement

15 Résistance mécanique

Les enveloppes des ballasts indépendants doivent présenter une résistance mécanique suffisante pour leur permettre de supporter, sans dommage, les sollicitations mécaniques résultant des essais décrits à l'article A6 de l'annexe A

L'énergie des chocs et la compression du ressort de l'appareil d'essai sont données dans le tableau III ci-après

TABEAU III

Energie de choc

Ballast	Energie de choc Nm	Compression mm
Ballasts à enveloppe isolante	0,22	14
Ballasts à enveloppe métallique	0,35	17

16 Vis, parties transportant le courant et connexions

- 16 1 Les assemblages et les connexions électriques, réalisés au moyen de vis dont la défaillance pourrait rendre le ballast dangereux, doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal

Les vis destinées à assurer des contacts, à l'exception des parties filetées pour l'assemblage des douilles, et les vis qui sont manœuvrées lors de la fixation ou du raccordement du ballast et ayant un diamètre nominal inférieur à 3 mm, doivent se visser dans une partie métallique

Le contrôle s'effectue par examen et, pour les vis et les écrous destinés à assurer des contacts, ou qui sont manœuvrés lors du montage et du raccordement du ballast, par l'essai suivant

Les vis ou les écrous sont serrés et desserrés :

- 10 fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un filetage en matière isolante,
- 5 fois pour les écrous et les autres vis

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

Pour l'essai des vis et 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 IV ci-après La colonne I s'applique aux vis sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou après serrage La colonne II s'applique aux autres vis et aux écrous

- c) The ballast losses, under normal conditions, shall not vary by more than 10% from those measured before the heating test

15 Mechanical strength

The enclosures of independent ballasts shall have sufficient mechanical strength to allow them to withstand, without damage, the mechanical hazards resulting from the test specified in Clause A6 of Appendix A

The impact energy and spring compressions of the testing apparatus are given in Table III below

TABLE III

Impact energy

Ballast	Impact energy Nm	Compression mm
Ballast cased in insulating material	0.22	14
Ballast cased in metal	0.35	17

16 Screws, current-carrying parts and connections

- 16.1 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, except threads for assembling lampholders, and screws which are operated when mounting or connecting the ballast and 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, or which are operated when mounting or connecting the ballast, by the following test

The screws or nuts are tightened and loosened

- 10 times for screws in engagement with a thread of insulating material;
- 5 times for nuts and other screws

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and re-inserted 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 IV below. 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

TABEAU IV

Couple de torsion

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 et jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5
Au-dessus de 3,0 et jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6
Au-dessus de 3,2 et jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8
Au-dessus de 3,6 et jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2
Au-dessus de 4,1 et jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8
Au-dessus de 4,7 et jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0
Au-dessus de 5,3 et jusqu'à 6,0 inclus	—	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, 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 détériorations subies par les enveloppes ne sont pas retenues.

- 16.2 Les vis s'engageant dans un filetage 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.

Le contrôle s'effectue 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 évasement de l'écrou ou par l'emploi d'une vis dont le début de filetage a été enlevé.

- 16.3 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.

Le contrôle s'effectue par examen.

- 16.4 Les vis taraudeuses ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant.

TABLE IV

Torque

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

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened. During the test, no damage impairing the future use of the screwed connections shall occur.

Screws which may be operated when connections are made to the auxiliaries include, for example, terminal screws, screws for fixing covers when they have to be loosened to open the auxiliary, etc. Conduit thread connections and screws to fasten the auxiliaries to their supports are excluded.

The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the slot of the screw to be tested. The screw shall not be tightened in jerks. Nuts are tested in a similar manner. Damage to covers is neglected.

- 16.2 Screws in engagement with a thread of insulating material shall have a length of engagement of at least 3 mm plus one-third of the nominal screw diameter, except that this length need not exceed 8 mm. Correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

The requirement with regard to correct introduction is met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

- 16.3 Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through the insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metal parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

- 16.4 Self-tapping screws shall not be used for the connection of current-carrying parts.

Des vis taraudeuses peuvent être utilisées pour assurer la continuité de la mise à la terre, pourvu qu'il ne soit pas nécessaire, en usage normal, d'interrompre la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion

Le contrôle s'effectue par examen

- 16 5 Les vis et les rivets, utilisés à la fois pour des connexions électriques et mécaniques, doivent être protégés contre le desserrage

Le contrôle s'effectue 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'une tige 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

- 16 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

Le contrôle s'effectue par examen et par une analyse chimique

Cette prescription ne s'applique pas aux vis qui ne conduisent pas essentiellement le courant, telles que les vis des bornes

17 Lignes de fuite et distances dans l'air

Les lignes de fuite et distances dans l'air ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées dans le tableau V ci-après

Pour les condensateurs pourvus de conducteurs d'entrée avec isolement de verre, les lignes de fuite sur le verre et les distances dans l'air ne seront pas inférieures à 3 mm

Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux lignes de fuite et distances dans l'air complètement protégées de la poussière. Il n'y a pas lieu de relever les distances dans les enveloppes hermétiques ou remplies de masse isolante

Une fente de moins de 1 mm de largeur n'intervient que par sa largeur dans l'évaluation des lignes de fuite

Une distance de moins de 1 mm n'est pas prise en considération pour l'évaluation de la distance dans l'air totale

Note — Les lignes de fuite sont mesurées dans l'air à la surface des isolants

Une enveloppe métallique doit être garnie intérieurement d'un revêtement isolant si, en l'absence de ce revêtement, la ligne de fuite ou la distance dans l'air entre parties sous tension et l'enveloppe était inférieure à la valeur prescrite ci-dessus

Self-tapping screws may be used to provide earthing continuity, provided that it is not necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws are used for each connection

Compliance is checked by inspection

- 16.5 Screws and rivets which serve as electrical as well as mechanical connections shall be locked against loosening

Compliance is checked by inspection and by manual test

Spring washers may provide satisfactory locking

For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient

Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subject to torsion in normal use

- 16.6 Current-carrying parts shall be of copper, an alloy containing at least 50% copper, or other metal no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable

Compliance is checked by inspection and by chemical analysis

The requirement does not apply to screws which do not essentially carry current, such as terminal screws

17 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances shall not be less than the values given in Table V below

For capacitors with glass insulated lead-in wires, creepage distances and clearances over the glass insulation shall not be less than 3 mm

The values between brackets apply to creepage distances and clearances completely protected against dirt. Completely sealed-off or compound-filled distances are not checked

The contribution to the creepage distance of any groove less than 1 mm wide is limited to its width

Any air gap of less than 1 mm is ignored in computing the total air path

Note — Creepage distances are distances in air, measured along the surface of insulating material

A metal enclosure shall have an insulating lining if, in the absence of such a lining, the creepage distance or clearances between live parts and the enclosure would be smaller than the value prescribed above

TABLEAU V

Lignes de fuite et distances dans l'air (en mm)

Tension de service	Jusqu'à 24 V inclus	Au-dessus de 24 V et jusqu'à 250 V inclus	Au-dessus de 250 V et jusqu'à 500 V inclus
<i>Lignes de fuite</i>			
1 Entre parties sous tension de polarités différentes	2	3 (2)	5
2 Entre parties sous tension et parties métalliques accessibles fixées à demeure à l'accessoire, y compris les vis ou dispositifs pour la fixation des enveloppes ou la fixation de l'accessoire sur son support	2	4 (2)	6
<i>Distances dans l'air</i>			
3 Entre parties sous tension de polarités différentes	2	3 (2)	5
4 Entre parties sous tension et parties métalliques accessibles fixées à demeure à l'accessoire, y compris les vis ou dispositifs pour la fixation des enveloppes ou la fixation de l'accessoire sur son support	2	4 (2)	6
5 Entre parties sous tension et un plan d'appui ou une enveloppe métallique amovible éventuelle, si la construction ne garantit pas que les valeurs sous 4 ci-dessus soient maintenues dans les cas les plus défavorables	2	6	10

18 **Résistance à la chaleur**

- 18 1 Les parties extérieures en matière isolante assurant la protection contre les chocs électriques et les parties en matière isolante maintenant des parties actives en position doivent être suffisamment résistantes à la chaleur

Le contrôle s'effectue comme indiqué à l'article A7 de l'annexe A

L'essai n'est pas effectué sur les parties en matière céramique

- 18 2 Les parties externes en matière isolante doivent résister à une chaleur anormale et au feu
Un essai de contrôle de cette exigence est à l'étude

19 **Résistance à la corrosion**

- 19 1 Les parties en métaux ferreux, dont l'oxydation pourrait entraîner une diminution de la sécurité du ballast, doivent être protégées efficacement contre la rouille

Cette exigence se rapporte à la surface externe des noyaux de fer

Une protection par vernis est considérée comme satisfaisante pour une telle surface

Le contrôle est effectué par examen

TABLE V

Creepage distance and clearance in air (in mm)

Working voltage	Up to and including 24 V	Above 24 V up to and including 250 V	Above 250 V up to and including 500 V
<i>Creepage distance</i>			
1 Between live parts of different polarity	2	3 (2)	5
2 Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the auxiliary, including screws or devices for fixing covers or fixing the auxiliary to its support	2	4 (2)	6
<i>Clearance</i>			
3 Between live parts of different polarity	2	3 (2)	5
4 Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the auxiliary, including screws or devices for fixing covers or fixing the auxiliary to its support	2	4 (2)	6
5 Between live parts and a flat supporting surface or a loose metal cover, if any, if the construction does not ensure that the values under 4 above are maintained under the most unfavourable conditions	2	6	10

18 **Resistance to heat**

- 18 1 External parts of insulating material, providing protection against electric shock, and parts of insulating material retaining live parts in position, shall be sufficiently resistant to heat

Compliance is checked by the test specified in Clause A7 of Appendix A

The test is not made on parts of ceramic material

- 18 2 External parts of insulating material shall be resistant to abnormal heat and fire

A test to check compliance is under consideration

19 **Resistance to corrosion**

- 19 1 Ferrous parts, the rusting of which may endanger the safety of the ballast, shall be adequately rust-protected

This requirement applies to the outer surface of iron cores

Protection by varnish is deemed to be adequate for the outer surface of iron cores

Compliance is checked by inspection

- 19 2 Les contacts et les autres parties faits à partir de feuilles de cuivre ou d'alliage de cuivre laminé, dont la défaillance pourrait compromettre la sécurité, ne doivent pas pouvoir se fissurer par suite de la corrosion engendrée par des tensions internes

Le contrôle s'effectue par l'essai suivant

La surface de l'échantillon est soigneusement nettoyée, le vernis étant enlevé au moyen d'acétone, la graisse et les empreintes digitales étant enlevées au moyen d'essence ou d'un produit analogue

L'échantillon est maintenu pendant une heure dans une solution aqueuse saturée de chlorure mercurique (HgCl_2) à une température de 20 ± 5 °C, puis l'échantillon est lavé à l'eau courante. Après 24 h, l'échantillon ne doit pas présenter de fissure

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

20 Généralités

Il est à présumer que les ballasts, conformes à la présente recommandation, étant associés à des lampes conformes à la Publication 81 de la CIEI, et fonctionnant éventuellement avec un starter conforme à la Publication 155 de la CIEI (Interrupteurs d'amorçage (starters) à lueur pour lampes tubulaires à fluorescence, assurent l'amorçage et le fonctionnement correct de ces lampes à des températures comprises entre 10 °C et 50 °C et sous une tension d'alimentation égale à 90 % de sa valeur nominale. Toutefois, jusqu'à 50 °C seul l'amorçage et non le réamorçage immédiat peut être assuré

Les conditions générales d'essais de l'annexe A et les conditions complémentaires de l'annexe E sont applicables à tous les essais

21 Tensions à circuit ouvert aux bornes de la lampe et du starter (s'il existe)

L'essai doit être effectué conformément aux indications de l'article E3 de l'annexe E

21 1 Lampes à allumage avec starter

Alimenté sous une tension quelconque comprise entre 90 % et 110 % de sa tension nominale et à la fréquence nominale, le ballast doit fournir, à circuit ouvert, les tensions suivantes :

- 1) aux bornes du starter, une tension ayant au moins la valeur figurant à la troisième colonne du tableau VI A ci-après,
- 2) aux bornes de la lampe, une tension de crête ne dépassant pas la valeur figurant à la quatrième colonne du tableau VI A (en excluant les impulsions résultant du fonctionnement du starter)

Si le ballast comporte des circuits en parallèle alimentant chacun une lampe, les exigences précédentes doivent être satisfaites pour chacune des lampes, même dans les conditions de charge les plus défavorables

- 19.2 Contacts and other parts made of rolled copper or copper alloy sheet, the failure of which might impair safety, shall be free from the possibility of stress corrosion cracking

Compliance is checked by the following test

The surface of the sample is carefully cleaned, varnish being removed by acetone, grease and fingerprints by petroleum spirit or the like

The sample is kept for one hour in a saturated solution of mercuric chloride (HgCl_2) in water, at a temperature of $20 \pm 5^\circ\text{C}$, then the samples are washed in running water. After a further 24 h, the sample shall show no cracks

SECTION TWO — PERFORMANCE

20 General

It may be expected that ballasts which comply with this recommendation when associated with lamps complying with IEC Publication 81, and, where appropriate, operated with a starter complying with IEC Publication 155, Glow Starters for Tubular Fluorescent Lamps, will provide satisfactory starting and operation of the lamps at temperatures down to 10°C or up to 50°C at 90% of rated voltage. However, up to 50°C starting only and not immediate restarting may be secured

For all tests, the requirements of the general test requirements in Appendix A and the supplementary conditions of Appendix E apply

21 Open-circuit voltages at terminations of lamp or starter (if any)

The test shall be carried out in accordance with the requirements of Appendix E, Clause E3

21.1 *For lamps operated with a starter*

A ballast when operated at any voltage between 90% and 110% of its rated voltage and at rated frequency shall provide the following open-circuit voltages

- 1) at terminations of the starter, a voltage of at least the values given in the third column of Table VI A below,
- 2) at lamp terminations, a peak voltage (excluding the surge of the starter) not exceeding the values given in the fourth column of Table VI A

When ballasts are designed to operate lamps in parallel circuits, the relevant requirements shall be met for each separate lamp, even under the most adverse load conditions

TABLEAU VI A

Tensions à circuit ouvert pour lampes à allumage avec starter

Puissance nominale de la lampe W	Dimensions nominales de la lampe mm	Tension minimale à circuit ouvert aux bornes du starter V (valeur efficace)	Tension maximale à circuit ouvert aux bornes de la lampe V (valeur de crête)
20	590 × 38	95	400
25	970 × 38	180	400
30 T8	900 × 25	180	400
30 T12	900 × 38	180	400
40	1 200 × 38	180	400
65	1 500 × 38	180	400
80	1 500 × 38	180	400
90	1 500 × 54	132	270
125	2 400 × 38	*	*

* Ces valeurs sont à l'étude
(Pour les dimensions en inches, voir le texte anglais)

21.2 Lampes à allumage sans starter

Alimenté sous une tension quelconque comprise entre 90 % et 110 % de la tension nominale et à la fréquence nominale, le ballast doit fournir, à circuit ouvert, une tension aux bornes de la lampe telle que

- 1) sa valeur efficace soit au moins égale à la valeur figurant à la troisième colonne des tableaux VI B ou VI C ci-après,
- 2) sa valeur de crête ne dépasse pas la valeur figurant aux mêmes tableaux

Si le ballast comporte des circuits en parallèle alimentant chacun une lampe, les exigences précédentes doivent être satisfaites pour chacune des lampes, même dans les conditions de charge les plus défavorables

TABLEAU VI B

Tensions à circuit ouvert pour lampes à allumage sans starter (cathodes de faible résistance)

Puissance nominale de la lampe W	Dimensions nominales de la lampe mm	Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe	
		Minimale	Maximale
		V (valeur efficace)	V (valeur de crête)
20	590 × 38	180	345
30 T8	900 × 25	210	420
30 T12	900 × 38	205	420
40	1 200 × 38	205	420
65	1 500 × 38	220	475
112	2 400 × 38	315	*

* Ces valeurs sont à l'étude
(Pour les dimensions en inches, voir le texte anglais)

TABLE VI A

Open-circuit voltages for lamps operated with starter

Rated lamp wattage W	Nominal dimensions of lamp		Minimum open-circuit voltage at terminations of starter V (1 m s)	Maximum open-circuit voltage at lamp terminations V (peak)
	mm	in		
20	590 × 38	24 × 1½	95	400
25	970 × 38	39 × 1½	180	400
30 T8	900 × 25	36 × 1	180	400
30 T12	900 × 38	36 × 1½	180	400
40	1 200 × 38	48 × 1½	180	400
65	1 500 × 38	60 × 1½	180	400
80	1 500 × 38	60 × 1½	180	400
90	1 500 × 54	60 × 2⅞	132	270
125	2 400 × 38	96 × 1½	*	*

* These values are under consideration

21.2 For lamps operated without a starter

A ballast, when operated at any voltage between 90% and 110% of its rated voltage and at rated frequency, shall provide an open-circuit voltage at lamp terminations such that

- 1) its 1 m s value is at least the value given in the third column of Table VI B or VI C below,
- 2) its peak value does not exceed the value given in the same tables

When ballasts are designed to operate lamps in parallel circuits, the relevant requirements shall be met for each separate lamp, even under the most adverse conditions

TABLE VI B

Open-circuit voltages for lamps operated without starter (low-resistance cathodes)

Rated lamp wattage W	Nominal dimensions of lamp		Open-circuit voltage at lamp terminations	
			Minimum	Maximum
	mm	in	V (1 m s)	V (peak)
20	590 × 38	24 × 1½	180	345
30 T8	900 × 25	36 × 1	210	420
30 T12	900 × 38	36 × 1½	205	420
40	1 200 × 38	48 × 1½	205	420
65	1 500 × 38	60 × 1½	220	475
112	2 400 × 38	96 × 1½	315	*

* These values are under consideration

TABLEAU VI C

Tensions à circuit ouvert pour lampes à allumage sans starter (cathodes de forte résistance)

Puissance nominale de la lampe	Dimensions nominales de la lampe	Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe	
		Minimale	Maximale
		V (valeur efficace)	V (valeur de crête)
20	590 × 38	180	345
30 T8	900 × 25	210	420
30 T12	900 × 38	205	420
40	1 200 × 38	205	420
65	1 500 × 38	220	475
65/80	1 500 × 38	220	475
125	2 400 × 38	315	*

* Ces valeurs sont à l'étude
(Pour les dimensions en inches, voir le texte anglais)

Notes 1 — Les valeurs minimales pour la tension à circuit ouvert sont établies en relation avec les tensions de préchauffage spécifiées au paragraphe 22.2 et correspondent aux conditions d'amorçage de la Publication 81 de la C.E.I. Il est reconnu dans certains pays que, dans certaines limites, une lampe qui satisfait à ces exigences d'amorçage s'allumera de façon satisfaisante sous un courant de préchauffage réduit si la tension à circuit ouvert est accrue.

2 — Le contrôle de la tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe se base sur la valeur maximale obtenue entre les quatre combinaisons possibles des entrées de courant.

22 Conditions de préchauffage

L'essai doit être effectué conformément aux indications de l'article E4 de l'annexe E.

22.1 Lampes à allumage avec starter

Alimenté sous une tension quelconque comprise entre 90 % et 110 % de sa valeur nominale et à la fréquence nominale, le ballast doit fournir un courant de préchauffage dont le rapport au courant de régime normal de la lampe est compris entre les limites 0,9 et 2,1.

Note — L'emploi de ballasts capacitifs sans enroulement de compensation et ne délivrant par conséquent qu'un courant de préchauffage réduit a une influence défavorable sur la durée de vie de certaines lampes.

22.2 Lampes à allumage sans starter

Une résistance de la valeur recherchée, prévue dans les tableaux XI A ou XI B de l'annexe A, étant substituée à chaque cathode, le ballast, alimenté sous une tension égale à 90 % de sa valeur nominale et à la fréquence nominale, doit fournir aux bornes de cette résistance une tension d'au moins 3,05 V pour les lampes à cathodes de faible résistance et d'au moins 8 V pour des lampes à cathodes de forte résistance.

TABLE VI C

Open-circuit voltages for lamps operated without starter (high-resistance cathodes)

Rated lamp wattage	Nominal dimensions of lamp		Open-circuit voltage at lamp terminations	
			Minimum	Maximum
W	mm	in	V (r m s)	V (peak)
20	590 × 38	24 × 1½	180	345
30 T8	900 × 25	36 × 1	210	420
30 T12	900 × 38	36 × 1½	205	420
40	1 200 × 38	48 × 1½	205	420
65	1 500 × 38	60 × 1½	220	475
65/80	1 500 × 38	60 × 1½	220	475
125	2 400 × 38	96 × 1½	315	*

* These values are under consideration

Notes 1 — The minimum values for the open-circuit voltage are related to the pre-heat voltage specified in Sub-clause 22.2 and correspond to the values given for the starting test in IEC Publication 81. It is recognized in certain countries that, within certain limits, a lamp meeting the starting requirements of IEC Publication 81 will start satisfactorily on a lower pre-heat voltage if the open-circuit voltage is increased.

2 — For the checking of open circuit voltage at lamp terminations, the maximum value of the four possible measurements between lamp terminals is taken.

22 Pre-heating conditions

The test shall be carried out in accordance with the requirements of Appendix E, Clause E4.

22.1 For lamps operated with starter

A ballast, when operated at any voltage between 90% and 110% of its rated voltage and at rated frequency, shall provide a pre-heating current whose ratio to the nominal running current is within the limits 0.9 and 2.1.

Note — The use of an uncompensated capacitive ballast resulting in the reduction in the pre-heating current has an unfavourable influence on the life of certain lamps.

22.2 For lamps operated without starter

With a resistance of the objective value specified in Tables XI A or XI B of Appendix A substituted for each cathode and with a supply voltage of 90% of the rated voltage and at rated frequency, the ballast shall deliver a voltage at this load of at least 3.05 V for low-resistance cathode lamps and at least 8 V for high-resistance cathode lamps.

Les valeurs maximales de ces tensions, obtenues dans les mêmes conditions mais avec le ballast alimenté sous une tension égale à 110 % de sa valeur nominale, sont à l'étude

Note — Pour les lampes à cathodes de faible résistance de 20 W, 30 W T12 et de 40 W, une valeur maximale de 6,0 V est provisoirement proposée

23 Puissance et courant fournis à la lampe

L'essai doit être effectué conformément aux indications de l'article E5 de l'annexe E

23.1 Lampes à allumage avec starter

Le ballast doit limiter la puissance et le courant fournis à une lampe de référence à des valeurs respectivement non inférieures à 92,5 % pour la puissance et non supérieures à 115 % pour le courant, des valeurs correspondantes fournies à la même lampe quand elle est associée à un ballast de référence. Le ballast de référence doit avoir la même fréquence nominale que le ballast en essai et chacun d'eux doit être alimenté sous sa tension nominale.

En outre, pour toute tension d'alimentation comprise entre 90 % et 110 % de sa valeur nominale, la puissance fournie par le ballast à la lampe de référence doit être comprise entre 85 % de la puissance fournie à la même lampe par le ballast de référence alimenté sous 90 % de sa propre tension nominale et 115 % de la puissance fournie à la lampe lorsque le ballast de référence est alimenté sous 110 % de sa tension nominale.

23.2 Lampes à allumage sans starter

Le ballast doit limiter le courant (de l'arc) fourni à une lampe de référence à une valeur non supérieure à 115 % de celle fournie à la même lampe quand elle est associée à un ballast de référence. Le ballast de référence doit avoir la même fréquence nominale que le ballast en essai et chacun d'eux doit être alimenté sous sa tension nominale.

La puissance fournie à la lampe, abstraction faite des pertes occasionnées par le chauffage extérieur des cathodes, doit être indirectement appréciée par le flux lumineux de la lampe de référence. Celle-ci étant commutée du ballast de référence au ballast en essai et chacun des ballasts étant alimenté sous sa tension nominale, le flux lumineux ne doit pas être réduit de plus de 10 %.

Les exigences relatives aux variations additionnelles, tant du courant que du flux lumineux en fonction de variations de la tension d'alimentation, sont à l'étude.

24 Facteur de puissance (λ)

La valeur mesurée du facteur de puissance global ne doit pas différer de la valeur marquée de plus de 0,05, le ballast étant associé à une ou à plusieurs lampes de référence et l'ensemble étant alimenté sous tension et fréquence nominales. Si une valeur minimale du facteur de puissance est imposée pour un ballast, cette valeur sera de 0,85 dans les conditions énoncées ci-dessus. Pour ces ballasts, dits à haut facteur de puissance, la valeur mesurée ne sera jamais inférieure à 0,85.

25 Courant absorbé au réseau

Sous tension et fréquence nominales, le courant absorbé au réseau ne peut différer de plus de $\pm 10\%$ de la valeur marquée sur le ballast, ce dernier étant associée à une lampe de référence.

Maximum values of delivered voltage under the same conditions, but with a supply voltage of 110 % of the rated voltage, are under consideration

Note — For 20 W, 30 W T12 and 40 W lamps with low resistance cathodes, a maximum value of 60 V is provisionally specified

23 Power and current output

The test shall be carried out in accordance with the requirements of Appendix E, Clause E5

23.1 For lamps operated with starter

The ballast shall limit the power and current delivered to a reference lamp to be not less than 92.5 % for the power and not more than 115 % for the current of the corresponding values delivered to the same lamp when operated with a reference ballast. Both the reference ballast and the ballast under test shall have the same rated frequency and each shall be operated at its rated voltage.

Moreover, for any other supply voltage between 90 % and 110 % of its rated value, the power delivered by the ballast to the reference lamp shall lie between the limits of 85 % of the power delivered to the same lamp by the reference ballast when supplied at 90 % of its rated voltage and the limit of 115 % of the power delivered to the lamp by the reference ballast when supplied at 110 % of its rated voltage.

23.2 For lamps operated without starter

The ballast shall limit the arc current delivered to the reference lamp to a value not exceeding 115 % of that delivered to the same lamp when it is operated with a reference ballast. The reference ballast shall have the same rated frequency as the ballast under test and each of them shall be operated at its rated voltage.

The power supplied to the lamp after excluding the losses in the heating circuits external to the cathodes shall be estimated by the luminous flux of the reference lamp. When the latter is supplied alternatively, first by the reference ballast, and secondly by the ballast under test, each at its rated voltage, the luminous flux shall not be reduced by more than 10 %.

Requirements governing the additional variations in the arc current and in the luminous flux with variations of the voltage of supply are under consideration.

24 Overall power factor (1)

The measured overall power factor shall not differ from the marked value by more than 0.05, when the ballast is operated with one or more reference lamps and the whole combination is supplied at the rated voltage and frequency. In cases where a minimum value of power factor is required for a ballast, it shall be 0.85 measured under the conditions stated above. For these high power factor ballasts, the measured value shall in no case be less than 0.85.

25 Current consumed from supply

At the rated voltage and frequency, the current consumed from the supply shall not differ by more than $\pm 10\%$ from the value marked on the ballast when the latter is operated with a reference lamp.

26 Courant maximal aux entrées de cathodes

Cet article ne s'applique qu'aux équipements à allumage sans starter

L'essai s'effectue en conformité avec les indications de l'article E6 de l'annexe E

En fonctionnement normal et sous tension d'alimentation égale à 110 % de sa valeur nominale, le courant, circulant dans l'un quelconque des quatre conducteurs aboutissant aux entrées de cathodes, ne doit pas dépasser la valeur indiquée dans les tableaux VII A et VII B ci-après, s'appliquant respectivement aux lampes à cathodes de faible résistance et de forte résistance

TABLEAU VII A

Courant maximal aux entrées de cathodes (cathodes de faible résistance)

Puissance nominale de la lampe W	Courant maximal aux entrées de cathodes A
20	0,65
30 T8	0,63
30 T12	0,75
40	0,75
65	1,10
112	A l'étude

TABLEAU VII B

Courant maximal aux entrées de cathodes (cathodes de forte résistance)

Puissance nominale de la lampe W	Courant maximal aux entrées de cathodes A
20	0,65
30 T8	0,63
30 T12	0,75
40	0,75
65	1,60
65/80	1,60
125	1,60

27 Forme d'onde du courant

27 1 Essai d'onde du courant d'alimentation

Cet article s'applique indépendamment du système d'allumage avec ou sans starter

L'essai s'effectue en conformité avec les indications de l'article E7 de l'annexe E

26 Maximum current in any lead to a cathode

This clause applies only to ballasts for lamps operated without starter

The test is carried out in accordance with the requirements of Appendix E, Clause E6

In normal operation and at a supply voltage of 110 % of the rated value, the current flowing in any one of the cathode terminations shall not exceed the value indicated in Tables VII A and VII B below, applying to low- and high-resistance cathode lamps respectively

TABLE VII A

Maximum current in any lead to a cathode (low-resistance cathodes)

Rated lamp wattage W	Maximum current in any lead to a cathode A
20	0.65
30 T8	0.63
30 T12	0.75
40	0.75
65	1.10
112	Under consideration

TABLE VII B

Maximum current in any lead to a cathode (high-resistance cathodes)

Rated lamp wattage W	Maximum current in any lead to a cathode A
20	0.65
30 T8	0.63
30 T12	0.75
40	0.75
65	1.60
65/80	1.60
125	1.60

27 Current waveform

27.1 Mains current waveform

This clause applies independently of the starting system

The test is carried out in accordance with the requirements of Appendix E, Clause E7

Les exigences pour la forme d'onde du courant d'alimentation des ballasts sont répartis en deux classes, l'une pour ballasts à distorsion réduite, l'autre pour ballasts à distorsion plus élevée (voir paragraphe 6.1, point 11)

La forme d'onde du courant, traversant un ballast en régime associé à une ou à plusieurs lampes de référence et étant alimentée sous la tension nominale à la fréquence nominale, doit être telle que les taux d'harmoniques, exprimés en pour-cent de la composante fondamentale du courant, ne dépassent pas les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

TABEAU VIII

Rang de l'harmonique	Taux maximal en pour-cent de la composante fondamentale du courant pour le ballast	
	Sans marquage H	Avec marquage H
2	5	5
3	$25 \times \frac{\lambda}{0,9}$	$33 \times \frac{\lambda}{0,9}$
5	7	Non limitée
7	4	
9	3	
11	2	
13 et au-dessus	1	

* λ = facteur de puissance de l'ensemble du ballast et de la lampe

27.2 Forme d'onde du courant fourni à la lampe

L'essai s'effectue en conformité avec les indications de l'article E7 de l'annexe E. La forme d'onde du courant fourni en régime à une lampe de référence associée au ballast alimenté sous la tension nominale à la fréquence nominale doit satisfaire aux conditions suivantes :

- 1) Deux alternances successives doivent présenter à l'oscilloscope des formes analogues et leurs valeurs de crête doivent être égales à 5 % près

Au cas où l'examen à l'oscilloscope laisserait subsister un doute, l'exigence en question doit être jugée satisfaisante si le taux d'un harmonique pair quelconque ne dépasse pas 2,5 % du courant fondamental

- 2) Le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace ne doit pas dépasser 1,7 pour toutes les valeurs de la tension d'alimentation comprises entre 90 % et 100 % de la tension nominale et 1,8 pour les tensions comprises entre 100 % et 110 % de cette même tension nominale

Note — Dans des cas limites, il peut arriver que le ballast satisfasse ou non aux exigences selon la lampe de référence utilisée. Un tel comportement est lié aux faibles variations de courant tolérées pour les lampes de référence ($\pm 2,5$ % de leur courant normal de régime) lorsque la lampe est essayée avec un ballast de référence

En pareil cas, il est nécessaire de répéter l'essai avec différentes lampes de référence dont les caractéristiques en courant se situent de part et d'autre de la valeur idéale et de relever les résultats en fonction du courant réel qui traverse la lampe lorsque celle-ci est associée, dans les conditions prescrites, à un ballast de référence. On déduit alors, pour l'appréciation de conformité, la valeur interpolée (du facteur de crête ou du taux d'harmonique) qui correspond à la valeur du courant nominal de régime

Requirements for the mains current waveform of the ballast are divided into two classes, one for ballasts with reduced distortion and the other for ballasts with higher distortion (see Sub-clause 6.1, Item 11)

The waveform of the current passed in the steady state by a ballast associated with a reference lamp or lamps and supplied at rated voltage and rated frequency shall be such that the value of the n th harmonic shall not exceed the value in the following table expressed in per cent of the fundamental component of the current

TABLE VIII

Harmonic	Maximum value expressed in per cent of fundamental component of the current	
	Without H marking	With H marking
2	5	5
3	$25 \times \frac{\lambda}{0.9}^*$	$33 \times \frac{\lambda}{0.9}^*$
5	7	Not limited
7	4	
9	3	
11	2	
13 and above	1	

* λ = power factor of the lamp and ballast circuit

27.2 Lamp operating current waveform

The test is carried out in accordance with the requirements of Clause E7, Appendix E. The waveform of the current delivered in the steady state to a reference lamp associated with the ballast supplied at rated voltage at rated frequency shall comply with the following conditions

- 1) Successive half-cycles shall present similar forms on an oscilloscope and their peak values shall be equal to within 5%.

If measurement with the oscilloscope leaves any doubt, the requirement shall be deemed as met if any even harmonic component does not exceed 2.5% of the fundamental current.

- 2) The maximum ratio of peak value to root-mean-square value shall not exceed 1.7 for all values of supply voltage between 90% and 100% of the nominal voltage and 1.8 for values above 100% and up to 110%.

Note — In border-line cases, it happens that the ballast may or may not comply with the requirements according to the specific reference lamp used for testing. Such a behaviour is linked with the slight permissible variations of current ($\pm 2.5\%$ of nominal running current) drawn by the lamp when tested with a reference ballast.

It is necessary to repeat the test with different reference lamps whose current characteristics are located on both sides with respect to the ideal case and to plot the results in function of their current drawn when associated, under the prescribed conditions, with a reference ballast. The interpolated value (of crest factor or of harmonic content) corresponding to the nominal running current will then be the decisive one for assessing compliance.

28 **Tension aux bornes du starter (s'il existe) pour starter fonctionnant par tension appliquée**

Dans un ensemble constitué par un ballast associé à une lampe de référence et alimenté sous une tension comprise entre 90 % et 110 % de la valeur nominale et à la fréquence nominale, la tension aux bornes du starter ne doit pas dépasser les valeurs suivantes

TABEAU IX

Tension maximale aux bornes du starter

Puissance nominale de la lampe W	Tension maximale aux bornes du starter V (valeur efficace)
	50 Hz et 60 Hz
20	68
25	128
30 T8	128
30 T12	128
40	128
65	132
80	128
90	95
125	*

* A l'étude

Ces conditions s'appliquent tant à la période qui suit immédiatement l'amorçage qu'en régime

Si le ballast comporte des circuits en parallèle alimentant chacun une lampe, les exigences précédentes doivent être satisfaites pour chacune des lampes, mêmes dans les conditions de charge les plus défavorables

29 **Protection contre les influences magnétiques**

Le ballast doit être suffisamment protégé contre les influences magnétiques

Le contrôle s'effectue par l'essai suivant

L'essai est fait sur le ballast en fonctionnement normal avec une lampe. Une plaque d'acier de 1 mm d'épaisseur, d'une longueur et d'une largeur supérieures à celles du ballast en essai, est successivement approchée de chacune des faces de ce dernier. Cette plaque est amenée contre la face du ballast servant à la fixation, mais elle est maintenue à 1 mm d'écart des autres faces. Pendant cette opération, on mesure le courant absorbé par le ballast sous tension nominale. La variation de ce courant occasionnée par la proximité de la plaque d'acier ne peut excéder 2 % de sa valeur

30 **Réduction des perturbations radioélectriques (pour ballasts indépendants seulement)**

Les exigences et les méthodes d'essais sont à l'étude

28 **Voltage across terminals of voltage operated starter (if any)**

When a ballast is operating with a reference lamp and is connected to any voltage between 90 % and 110 % of the rated supply voltage at rated frequency, the voltage at the starter terminals shall not exceed the following values

TABLE IX

Maximum voltage across starter terminals

Rated lamp wattage W	Maximum voltage across starter terminals V (r m s)
	50 Hz and 60 Hz
20	68
25	128
30 T8	128
30 T12	128
40	128
65	132
80	128
90	95
125	*

* Under consideration

These limits shall apply both when the lamp is first ignited and after it has warmed up

When ballasts are designed to operate lamps in parallel circuits, the relevant requirements shall be met for each separate lamp, even under the most adverse load conditions

29 **Protection against magnetic influence**

The ballast shall be suitably protected against magnetic influence

Compliance is checked by the following test

The test is made on the ballast in normal operation with a lamp. A steel plate 1 mm thick and of length and breadth greater than those of the ballast under test, is successively moved into proximity with each face of the latter. This plate is brought into contact with the face of the ballast used for fixing but is held at a spacing of 1 mm from the other faces. During this operation, the current absorbed by the ballast at rated voltage is measured. The variation of this current caused by the proximity of the steel plate shall not exceed 2 % of its value

30 **Radio interference suppression (for independent ballasts only)**

Requirements and methods of test are under consideration

31 **Limites du niveau de bruit (pour ballasts indépendants seulement)**

Les exigences et les méthodes d'essais sont à l'étude

32 **Impédance aux fréquences musicales**

Les ballasts portant le symbole de fréquences musicales (voir paragraphe 6.1, point 7) doivent être mis à l'essai en utilisant un des circuits représentés dans les figures 16a et 16b, page 102

Pour tout signal de fréquence compris entre 400 Hz et 2 000 Hz et de valeur égale à 3,5 % de la tension nominale du ballast, l'impédance du ballast associé à une lampe de référence et alimenté sous sa tension nominale et à sa fréquence nominale doit être inductive et au moins égale en module à la résistance qui dissiperait la même puissance active que l'ensemble lampe/ballast lorsqu'il est alimenté sous sa tension nominale à sa fréquence nominale

Pour les fréquences comprises entre 250 Hz et 400 Hz, la valeur de l'impédance doit être au moins égale à la moitié du minimum toléré pour les fréquences comprises entre 400 Hz et 2 000 Hz

Notes 1 — Les condensateurs, d'une capacité inférieure à 0,2 μF (valeur globale), incorporés au ballast dans le but de réduire les perturbations radioélectriques peuvent être déconnectés au cours de cet essai

2 — Dans certains pays, seuls les ballasts répondant aux conditions de cet article sont autorisés

31 **Limitation of noise (for independent ballasts only)**

Requirements and methods of test are under consideration

32 **Impedance at audio-frequencies**

Ballasts marked with the audio-frequency symbol (see Sub-clause 6.1, Item 7) shall be tested using one of the circuits shown in Figures 16a and 16b, page 102

For every signal frequency between 400 Hz and 2 000 Hz and with a signal voltage equal to 3.5 % of the rated supply voltage of the ballast, the impedance of the ballast when operated with a reference lamp, supplied at its rated voltage and frequency, shall be inductive and at least equal in value to the resistor which would dissipate the same power as the lamp/ballast combination in question when it is supplied at its rated voltage and frequency

Between 250 Hz and 400 Hz, the impedance shall be at least equal to half the minimum value required for frequencies between 400 Hz and 2 000 Hz

Notes 1 — Radio interference suppressors consisting of capacitors of less than 0.2 μF (total value) which may be incorporated in the ballast, may be disconnected for this test

2 — In certain countries, only ballasts complying with the requirements of this clause are allowed

ANNEXE A

ESSAIS

(se rapportant à la Section Un)

A1 Conditions générales d'essais

A1 1 *Température ambiante*

Les essais doivent être effectués à l'abri des courants d'air et à une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C

Pour les essais qui exigent la constance des caractéristiques de la lampe utilisée, la température ambiante de la lampe doit être comprise entre 23 °C et 27 °C et ne doit pas varier de plus de 1 °C au cours de l'essai

A1 2 *Tension et fréquence d'alimentation*

a) *Tension et fréquence d'essai*

Sauf indication contraire, chaque ballast mis à l'essai, ainsi que le ballast de référence, est alimenté sous sa propre tension nominale d'alimentation et fréquence nominale. Le ballast de référence doit être prévu pour la même fréquence que le ballast en essai

Lorsqu'un ballast porte l'indication de limites de tension nominale ou de différentes tensions nominales, toute tension pour laquelle il est prévu peut être choisie comme tension nominale pour les essais

b) *Stabilité de la tension d'alimentation et de la fréquence*

Pour la plupart des essais, la tension d'alimentation et la fréquence doivent être stables à $\pm 0,5\%$ près. Toutefois, au moment de l'exécution des mesures, la tension doit être ajustée à $\pm 0,2\%$ de la valeur spécifiée pour l'essai

Pour les essais de longue durée (par exemple les essais d'endurance), la variation de la tension peut atteindre $\pm 2\%$ et celle de la fréquence $\pm 1\%$ des valeurs spécifiées

c) *Forme d'onde de la tension d'alimentation*

La teneur totale en harmoniques de la tension d'alimentation ne doit pas dépasser 3%. Cette teneur est définie par le rapport de la racine carrée de la somme des carrés des valeurs efficaces des tensions des différents harmoniques à la valeur efficace de la tension fondamentale

Note — L'impédance de la source d'alimentation doit être faible par rapport à l'impédance du ballast. Il faut veiller à ce que cette exigence soit respectée dans toutes les conditions qui se produisent au cours des mesures

A1 3 *Caractéristiques des appareils de mesure*

a) *Circuits de tension*

Les circuits de tension des instruments de mesure, branchés aux bornes d'une lampe, ne doivent pas consommer un courant supérieur à 3% du courant normal de régime de la lampe

b) *Circuits de courant*

Les circuits de courant des instruments de mesure, connectés en série avec une lampe, doivent avoir une impédance suffisamment faible de telle sorte que la chute de tension qu'ils provoquent ne dépasse pas 2% de la valeur recherchée de la tension de la lampe

APPENDIX A

TESTS

(referring to Section One)

A1 General test requirements

A1.1 Ambient temperature

Measurements shall be made in a draught-free room and at an ambient temperature within the range 20 °C to 27 °C

For those tests which require constant lamp performance, the ambient temperature of the lamp shall be within the range 23 °C to 27 °C and shall not vary by more than 1 °C during the test

A1.2 Supply voltage and frequency

a) Test voltage and frequency

Unless otherwise specified, each ballast to be tested, and also the reference ballast, shall be operated at its own rated supply voltage and at its rated frequency. The reference ballast shall be of the same frequency rating as the ballast under test

When a ballast is marked for use on a range of supply voltages or has different separate rated supply voltages, any voltage for which it is intended may be chosen as the rated nominal voltage

b) Stability of supply voltage and frequency

For the majority of the tests, the supply voltage and frequency shall be maintained constant within $\pm 0.5\%$. However, during the actual measurement, the voltage shall be adjusted to within $\pm 0.2\%$ of the specified testing value

For tests of long duration (e.g. endurance tests), the variation of voltage may be $\pm 2\%$ and frequency $\pm 1\%$ of the specified values

c) Supply voltage waveform

The total harmonic content of the supply voltage shall not exceed 3% harmonic content being defined as the root-mean-square (r.m.s.) summation of the individual harmonic components using the fundamental as 100%

Note — The power source used shall have an impedance that is low relative to the impedance of the ballast. Care shall be taken to see that this requirement is met under all conditions that occur during the measurements

A1.3 Instrument characteristics

a) Potential circuits

Potential circuits of instruments connected across the lamp shall not draw more than 3% of the nominal running current

b) Current circuits

Instruments connected in series with the lamp shall have a sufficiently low impedance such that the voltage drop shall not exceed 2% of the objective lamp voltage

Toutefois, pour les instruments insérés dans des circuits de chauffage en parallèle, l'impédance totale qu'ils présentent ne doit pas dépasser $0,5 \Omega$

c) Mesure de la valeur efficace

Les instruments prévus pour la mesure des valeurs efficaces doivent être essentiellement exempts d'erreurs provoquées par la distorsion de la forme d'onde

A2 Essais de la résistance à l'humidité et de l'isolement

- A2 1 Le ballast est placé pendant 48 h dans une enceinte contenant de l'air d'une humidité relative de 93 % à 95 %. La température de l'air, en tout endroit où le ballast peut être placé, est maintenue à 1°C près d'une valeur appropriée t comprise entre 20°C et 30°C

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, le ballast est porté à une température comprise entre t et $t + 4^\circ\text{C}$

Le ballast doit être monté conformément aux instructions du fabricant (s'il en existe)

Les entrées de câbles (s'il y a lieu) doivent être laissées ouvertes et, s'il existe des entrées défonçables, l'une d'entre elles doit être défoncée

Avant l'essai d'isolement les gouttes d'eau visibles sont enlevées, le cas échéant, en utilisant un papier buvard

- A2 2 La résistance d'isolement doit être mesurée sous une tension continue d'environ 500 V ayant été appliquée depuis 1 min. Les ballasts munis d'une enveloppe isolante seront enveloppés dans une feuille métallique. La résistance d'isolement est mesurée entre :

- les parties sous tension de polarités différentes qui peuvent être séparées,
- les parties sous tension et toutes les parties métalliques extérieures, y compris la feuille métallique recouvrant les parties extérieures en matière isolante

- A2 3 L'essai diélectrique est effectué en appliquant pendant 1 min, entre les mêmes éléments que ci-dessus, une tension alternative appropriée (voir paragraphe 12 2) à la fréquence nominale. La moitié seulement de la tension est d'abord appliquée et ensuite cette tension est rapidement élevée à la valeur prescrite

Il ne doit se produire ni contournement ni perforation pendant cet essai

Note — La présence d'effluves et de courants de fuite (autres que capacitifs) qui n'occasionnent pas de chute perceptible de la tension d'essai mesurée entre les points de mesure n'est pas prise en considération

- A2 4 L'essai de l'isolement entre spires, prévu à l'article 12 4, s'effectue à la suite de l'essai diélectrique dont il est question au paragraphe 2 3. L'absence de court-circuit entre enroulements se contrôle en comparant les pertes en watts du ballast avant et après l'essai

A3 Mesure du courant de fuite

La figure 2, page 94, indique le schéma pour la mesure du courant de fuite dont il est question au paragraphe 12 3

Where measuring instruments are inserted into parallel heating circuits, the total impedance of the instruments shall not exceed 0.5 Ω .

c) *Measurements*

Instruments intended for measuring r.m.s. values shall be essentially free from errors due to waveform distortion.

A2 Moisture resistance and insulation tests

- A2.1 The ballast is placed for 48 h in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 93% and 95%. The temperature of the air, at all places where ballasts can be located, is maintained within 1 °C of any convenient value t between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the sample is brought to a temperature between t and $t + 4$ °C.

The ballast shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions (if any).

Cable entries (if any) shall be left open. If knock-outs are provided, one of them shall be opened.

Before the insulation test, visible drops of water, if any, shall be removed by means of blotting paper.

- A2.2 The insulation resistance shall be measured with d.c. voltage of approximately 500 V, 1 min after application of the voltage. Ballasts having an insulating cover or envelope shall be wrapped with tinfoil. The insulation resistance is then measured:

- between live parts of different polarity which can be separated,
- between live parts and all external metal parts including the tinfoil wrapping of external parts of insulating material.

- A2.3 The voltage test is made with an appropriate a.c. voltage (see Sub-clause 12.2) at rated frequency for 1 min, between the same parts as specified above. Initially, not more than half the specified voltage is applied, the voltage is then raised rapidly to the prescribed value.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

Note — Glow discharges and leakage currents (other than capacitive currents) which do not cause a perceptible drop in test voltage when measured direct across the points of application are neglected.

- A2.4 The test for the inter-turn insulation specified in Sub-clause 12.4 is made after the voltage test referred to in Sub-clause 2.3. The absence of short-circuit between windings is checked by comparing the watt losses of the ballast before and after the test.

A3 Measurement of leakage current

Figure 2, page 94, shows the circuit diagram for the measurement of leakage current in accordance with Sub-clause 12.3.

A4 Essai de l'endurance thermique des enroulements

L'essai est effectué dans une étuve appropriée

Note — La figure 3, page 95, représente un schéma de l'étuve proposée

L'expérience prouve qu'une température stable et uniforme peut être obtenue de deux façons :

- soit au moyen d'une étuve qui n'est pas thermiquement bien isolée,
- soit par une très bonne isolation thermique des ballasts de façon qu'ils engendrent eux-mêmes la majeure partie de la chaleur requise pour l'essai

La description qui suit se rapporte à la « méthode avec étuve ». Lorsque la « méthode par auto-génération de chaleur » est utilisée, il convient de bien maintenir constant le courant traversant le ballast au lieu d'utiliser les thermostats

Du point de vue électrique, les ballasts doivent fonctionner comme dans les conditions normales. Au cas où les ballasts comporteraient des condensateurs ou autres éléments qui ne devaient pas être soumis à l'essai, ceux-ci devaient être enlevés des ballasts et reconnectés normalement dans le circuit, à l'extérieur de l'étuve. Les autres pièces qui n'influenceraient pas les conditions de fonctionnement des enroulements pourraient être retirées.

Note — Au cas où il serait nécessaire de déconnecter des condensateurs ou d'autres éléments qui ne devaient pas être soumis à l'essai, il est recommandé que le fabricant fournisse des ballasts dans lesquels ces éléments auraient été enlevés et qui seraient, en conséquence, pourvus de toute connexion additionnelle qui serait requise pour reproduire les conditions normales de fonctionnement.

La réalisation des conditions normales de fonctionnement implique, en général, que le ballast soit associé à des lampes appropriées. Dans le cas, toutefois, de certains types de ballasts inductifs, les lampes peuvent être remplacées par des résistances équivalentes pour autant que la valeur moyenne du courant traversant les ballasts soit conservée. Les lampes (ou les résistances équivalentes) doivent toujours être placées hors de l'étuve. Les ballasts doivent être électriquement mis à la terre.

Les sept ballasts sont ensuite placés dans l'étuve en respectant les espacements minimaux prescrits, puis la tension nominale est appliquée aux circuits.

Les thermostats de l'étuve sont réglés de façon que la température intérieure atteigne une valeur telle que, compte tenu de l'échauffement propre du ballast, la température de l'enroulement le plus chaud soit voisine de la température théorique figurant dans le tableau X ci-après.

TABLEAU X

Température théorique d'essai

Température maximale nominale de fonctionnement t_w °C	Température théorique d'essai pour les durées d'essai de	
	15 jours °C	30 jours °C
90	176	163
95	183	170
100	191	177
105	199	185
110	207	192
115	215	199
120	223	207
125	231 *	214 *
130	239 *	221 *

* Ces valeurs sont à l'étude

A4 Thermal endurance test for windings

The test is carried out in an appropriate oven

Note — Figure 3, page 95, shows a suggested design of oven

According to practical experience, uniform and stable temperature can be achieved in two ways:

- either by an oven which is not provided with a good thermal insulation,
- or by very good insulation of the ballasts so that they themselves provide (most of) the heat needed for the test

The description below refers to the “oven method”. When “self-heating” is used, the current through the ballast should be kept constant instead of the thermostats

The ballast shall function electrically in a manner similar to that in normal use. In the case of capacitors or other auxiliaries which should not be subjected to the test, these shall be disconnected and reconnected again in circuit but outside the oven. Other components which do not influence the operating conditions of the windings may be removed.

Note — In the cases where it is necessary to disconnect capacitors or other auxiliaries which should not be subjected to the test, it is recommended that the manufacturer supplies special ballasts with these parts removed and any necessary additional connections brought out from the ballast.

In general, to obtain normal operating conditions, each ballast shall be tested with the appropriate lamps but for certain inductive type ballasts the lamps may be replaced by equivalent resistances adjusted to maintain the mean value of current through the ballast. The lamps or the equivalent resistances shall always be kept outside the oven. The ballast shall be earthed.

The batch of seven ballasts is placed in the oven, observing the minimum spacing limits prescribed, and the rated voltage is applied to the circuits.

The oven thermostats are then varied in such a way that the internal temperature of the oven attains a value such that the temperature of the hottest winding in the ballast is approximately equal to the objective value given in Table X below.

TABLE X

Objective test temperature

Rated maximum operating temperature t_w °C	Objective test temperature for life test period of	
	15 days °C	30 days °C
90	176	163
95	183	170
100	191	177
105	199	185
110	207	192
115	215	199
120	223	207
125	231 *	214 *
130	239 *	221 *

* These values are under consideration

Le régime thermique doit être ajusté de façon que la durée théorique de l'essai soit ou de 15, ou de 30 jours, ou encore, au choix du fabricant, d'une durée plus longue à une température réduite en conséquence. En l'absence d'indication, on adoptera la durée de 30 jours.

Après 4 h de mise en régime, la température réelle des enroulements est déterminée par la méthode de la mesure de l'augmentation de la résistance et si nécessaire, les thermostats de l'étuve sont réajustés de façon à encadrer le mieux possible la température théorique de l'essai. Par la suite, le contrôle quotidien de la température de l'air de l'étuve doit être effectué en vue de s'assurer que les thermostats sont maintenus à leur valeur correcte avec une tolérance de ± 2 deg C.

On mesure à nouveau les températures des enroulements au bout de 24 h d'essai et, sur la base de la courbe représentée à la figure 8, page 98, on détermine la durée définitive de l'essai pour chaque ballast. L'écart tolérable entre la température réelle de l'enroulement le plus chaud d'un quelconque des ballasts en essai et la valeur théorique doit être de telle sorte que la durée définitive de l'essai ne soit pas inférieure à 10 jours pour une durée théorique de 15 jours, ni supérieure à 60 jours pour une durée théorique de 30 jours.

On ne doit pas chercher à maintenir constante la température de l'enroulement (des enroulements) après la mesure effectuée au bout de 24 h. Il n'y a que la température de l'air ambiant qui devra être stabilisée par réglage thermostatique.

La période d'essai, pour chaque ballast, commence avec la mise sous tension du ballast. A la fin de chaque essai individuel, le ballast correspondant est mis hors circuit, mais il est maintenu dans l'étuve jusqu'à ce que les essais sur les autres ballasts soient terminés.

Les températures théoriques d'essai, figurant dans le tableau X, doivent correspondre à un fonctionnement de 10 années en service continu à la température nominale de fonctionnement t_w .

Elle sont calculées sur la base de la formule suivante

$$\log L = \log L_0 + 4.500 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

où

L = durée théorique de l'essai en jours

L_0 = 3.652 jours (10 années)

T = température théorique de l'essai en K

T_w = température maximale nominale de fonctionnement en K

La constante 4.500 a été établie empiriquement. Les logarithmes sont de base 10.

A5 Limites d'échauffement

A5.1 Ballasts sans marquage de température

a) Ballasts à incorporer

Les ballasts doivent être essayés dans les conditions normales et anormales comme défini ci-après et sous 1,1 fois la tension nominale d'alimentation et à la fréquence nominale. On doit leur associer des lampes appropriées et l'essai sera poursuivi jusqu'à ce que les températures de régime soient atteintes.

On entend par lampes appropriées des lampes qui, dans les conditions spécifiées de l'essai, absorbent un courant, qui ne diffère pas de plus de 2,5% de celui qui serait absorbé par une lampe de référence.

The thermal conditions shall be adjusted so that the objective duration of the test shall be either 15 or 30 days, although the manufacturer shall be free to adopt a longer test period at a lower temperature. If no indication is given, the test shall be 30 days.

After 4 h the actual temperature of the winding is determined by the increase-in-resistance method and, if necessary, the oven thermostats are readjusted to approximate as closely as possible the objective test temperature. Thereafter, a daily reading of the air temperature in the oven shall be taken to ensure that the thermostats are maintaining the correct value to within ± 2 deg C.

The winding temperatures are measured again after 24 h and the final test period for any ballast shall be determined from the curve given in Figure 8, page 98. The permissible difference between the actual temperature of the hottest winding of any of the ballasts under test and the objective value shall be such that the final test period is not less than 10 days for an objective life of 15 days, nor more than 60 days for an objective life of 30 days.

No attempt shall be made to hold constant the winding temperature after the measurement at 24 h. Only the ambient air temperature should be stabilized by the thermostatic control.

The test period, for each ballast, commences from the time the ballast is connected to the supply. At the end of its test, the relevant ballast is disconnected from the supply, but is not removed from the oven until the tests on the other ballasts have been completed.

The objective test temperatures, given in Table X, should correspond to a working life of 10 years' continuous operation at the rated maximum operating temperature t_w .

They are calculated on the basis of the following formula:

$$\log L = \log L_o + 4.500 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

where

L = objective test life in days

L_o = 3 652 days (10 years)

T = theoretical test temperature in K

T_w = rated maximum operating temperature in K

The constant 4.500 has been established empirically. The logarithms are $\log_{10}$.

A5 Limitation of ballast heating

A5.1 Ballasts without temperature marking

a) Built-in ballasts

Ballasts shall be tested under normal and abnormal conditions in accordance with the following details at 1.1 times rated supply voltage and at rated frequency with appropriate lamps until steady temperature rises are attained.

Lamps shall be deemed to be appropriate if they take, under the prescribed test conditions, a current not deviating by more than 2.5% from the current a reference lamp would take.

Le ballast est placé au centre d'un boîtier en tôle de 1 mm d'épaisseur et peint en blanc intérieurement et extérieurement et monté sur un support métallique. Ce montage se fait selon les instructions du fabricant (s'il en existe).

En l'absence de telles instructions, il sera fixé directement en position centrale contre la surface support du boîtier en utilisant tous les trous de fixation jusqu'à quatre au maximum. Les détails du boîtier et des supports sont donnés à la figure 4, page 96.

Quand les dimensions de la section du ballast sont inférieures à 60 mm × 40 mm, le boîtier d'essai de 80 mm × 50 mm, représenté à la figure 4, doit être utilisé sans tenir compte des distances entre le ballast et le boîtier d'essai.

Au cours de l'essai, l'ensemble est suspendu librement, la plaque support en haut.

Les températures des enroulements sont mesurées si possible par la méthode de variation de résistance et dans tous les autres cas au moyen de couples thermoélectriques. La mesure des pertes en watts du ballast, dans les conditions normales de fonctionnement sous la tension nominale d'alimentation et à la fréquence nominale, s'effectue avant et après l'exécution de l'essai dans le but de détecter une éventuelle mise en court-circuit de spires.

Pour l'essai dans les conditions normales les ballasts fonctionnent avec des lampes opérant normalement. Les lampes doivent être disposées d'une façon telle que la chaleur qu'elles produisent ne contribue pas à l'échauffement du ballast.

Note — Si le ballast ne comporte qu'un circuit en série avec la lampe, l'essai et les mesures peuvent être effectués sans lampe pourvu que le courant soit ajusté à la valeur qui correspond, en fonctionnement normal, à une tension d'alimentation égale à 1,1 fois la valeur nominale.

Pour l'essai dans des conditions anormales, les deux cathodes de la lampe sont remplacées par des résistances équivalentes comme indiqué dans les tableaux XI, XI A et XI B.

Dans les cas d'un ballast à fonctionnement avec starter, les deux cathodes sont remplacées par une simple résistance comme indiqué dans le tableau XI.

Dans le cas d'un ballast à fonctionnement sans starter, chacune des cathodes doit être remplacée par une résistance comme indiqué dans le tableau XI A ou dans le tableau XI B.

TABLEAU XI

Résistance équivalente des cathodes pour lampes qui fonctionnent avec starters

Puissance nominale de la lampe W	Résistance équivalente des deux cathodes de la lampe Ω
20	50
25	50
30 T8	50
30 T12	40
40	40
65	25
65/80	25
90	10
112	7
125	25

The ballast shall be placed centrally in a hood of sheet metal 1 mm thick and painted white inside and outside and mounted on a metal support. The ballast shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions (if any).

In the absence of such instructions, it is fixed centrally and directly against the supporting surface of the hood, using all fixing holes up to a maximum of four. Details of the hood and support are shown in Figure 4, page 96.

In the case of ballasts having cross-sectional dimensions less than 60 mm × 40 mm, the 80 mm × 50 mm test hood, shown in Figure 4, shall be used, regardless of the value of the clearances between the ballast and the test hood.

During the test, the testing device is freely supported, the ballast being pendant.

Temperatures are measured on windings, if possible by the resistance method, and in all other cases by means of a thermocouple. Measurement of watts loss of the ballast at normal operating conditions at rated supply voltage and rated frequency is made before and after the test to check for any occurrence of short-circuited turns during the test.

For the test under normal conditions, ballasts are operated with lamps burning normally. The lamps shall be placed in such a way that the heat generated does not contribute to the temperature rise of the ballast.

Note — If the ballast is a simple impedance in series with the lamp, the test and measurement may be made without lamp provided that the current is adjusted to the value corresponding, in normal operation, to a supply voltage of 1.1 times its rated value.

For the test under abnormal conditions, the two cathodes of the lamp shall be replaced by equivalent resistances as specified in Tables XI, XI A and XI B.

For ballasts which operate lamps with starters, the two cathodes shall be replaced by a single resistance as specified in Table XI.

For ballasts which operate lamps without starters, each of the two cathodes shall be replaced by a resistance as specified in Table XI A or Table XI B.

TABLE XI

Equivalent resistance of cathodes for lamps operated with starters

Rated lamp wattage W	Equivalent resistance of both lamp cathodes Ω
20	50
25	50
30 T8	50
30 T12	40
40	40
65	25
65/80	25
90	10
112	7
125	25

TABLEAU XI A

Résistance équivalente pour lampes à cathodes de faible résistance qui fonctionnent sans starters	
Puissance nominale de la lampe W	Résistance équivalente de chaque cathode de la lampe Ω
20	10
30 T8	10
30 T12	10
40	10
65	6
112	3,2

TABLEAU XI B

Résistance équivalente pour lampes à cathodes de forte résistance qui fonctionnent sans starters	
Puissance nominale de la lampe W	Résistance équivalente de chaque cathode de la lampe Ω
20	27
30 T8	27
30 T12	20
40	20
65/80	12
80	12
125	12

Pour l'essai relatif à l'effet redresseur sur les ballasts pour lampes à amorçage sans starter, on utilisera le circuit représenté à la figure 5, page 97. Les électrodes court-circuitées de la lampe doivent être reliées aux points médians de résistances équivalentes appropriées dont la valeur est donnée aux tableaux XI A et XI B. La polarité du redresseur doit être choisie de façon à conduire aux conditions de fonctionnement les plus défavorables. Si nécessaire, on utilisera un dispositif approprié pour l'amorçage de la lampe. Les caractéristiques du redresseur doivent être

- tension inverse de crête ≥ 800 V
- courant de fuite inverse < 10 μ A
- courant dans le sens de passage ≥ 3 fois le courant normal de régime

Quel que soit l'essai, il ne doit pas se produire d'écoulement de matière de remplissage ou de vernis. De légers suintements non susceptibles d'augmenter ne sont pas retenus.

b) *Ballasts indépendants*

Le ballast doit être essayé sans boîtier d'essai supplémentaire dans un coin d'essai constitué par trois parois de contre-plaqué d'au moins 15 mm d'épaisseur, peint en noir mat, les parois étant disposées de façon à imiter le plafond et deux murs d'une pièce. Le ballast est monté contre le plafond du coin d'essai aussi près que possible des murs, le plafond débordant les autres faces du ballast d'au moins 250 mm.

Les autres modalités d'essai restent les mêmes que pour les ballasts à incorporer.

A5.2 *Ballasts avec marquage de température*

Les ballasts doivent être essayés dans les mêmes conditions que ceux sans marquage de température, à l'exception des deux conditions suivantes.

a) *Ballasts avec marquage de t_w*

L'essai est d'abord effectué à la tension nominale d'alimentation et, le régime étant atteint, on relève les échauffements des enroulements. Ensuite, la tension d'alimentation est réglée à 1,1 fois la valeur nominale en vue du contrôle des échauffements des autres éléments. L'essai dans les conditions anormales est uniquement effectué sous 1,1 fois la tension nominale d'alimentation.

TABLE XI A

Equivalent resistance for lamps with low-resistance cathodes operated without starters	
Rated lamp wattage W	Equivalent resistance of each lamp cathode Ω
20	10
30 T8	10
30 T12	10
40	10
65	6
112	3 2

TABLE XI B

Equivalent resistance for lamps with high-resistance cathodes operated without starters	
Rated lamp wattage W	Equivalent resistance of each lamp cathode Ω
20	27
30 T8	27
30 T12	20
40	20
65/80	12
80	12
125	12

When testing starterless ballasts for the rectifying effect, the circuit shown in Figure 5, page 97, shall be used. The lamp shall be connected to the mid-points of appropriate equivalent resistors with values as given in Tables XI A and XI B. The rectifier polarity shall be chosen so as to give the most unfavourable operation conditions. If necessary, the lamp shall be started using a suitable starting device. The rectifier characteristics shall be

- peak inverse voltage ≥ 800 V
- reverse leakage current: < 10 μ A
- forward current ≥ 3 times nominal lamp running current

In any test, there shall be no seepage of compound or varnish. Minor seepage which shows no tendency to fall away shall be neglected.

b) *Independent ballasts*

The ballasts shall be tested without additional test hood in a test corner consisting of three dull black painted boards at least 15 mm thick and arranged so as to imitate two walls and the ceiling of a room. The ballast is secured to the ceiling of the test corner as close as possible to the walls, the ceiling extending at least 250 mm beyond the other sides of the ballast.

Other test conditions remain the same as for built-in ballasts.

A5.2 *Ballasts with temperature marking*

The ballasts shall be tested under the same conditions as those without temperature marking, except for the following two conditions.

a) *Ballasts with t_w marking*

The test is first made at the rated supply voltage until stable conditions are reached, then the temperature rises of the windings are measured. After this, the supply voltage is adjusted to 1.1 times the rated value in order to check the temperature rises of every component. The test under abnormal conditions is only made under 1.1 times the rated supply voltage.

b) *Ballasts à incorporer avec double marquage, t_w et Δt*

Outre la condition citée sous a) ci-dessus, les ballasts avec double marquage t_w et Δt doivent être mis à l'essai pour les conditions normales (équipés d'une lampe de référence ou d'une lampe similaire) sous les conditions normales d'alimentation en tension et en fréquence, les ballasts étant montés dans le boîtier d'essai de la façon suivante

Lorsque sa surface d'appui est constituée d'une plaque métallique plate et continue, le ballast est monté dans le boîtier d'essai avec interposition, à ses deux extrémités, d'entretoises d'acier de 2 mm d'épaisseur, d'une largeur égale à celle du ballast et d'une longueur égale à $m + 10$ mm, m étant la longueur de la semelle de montage qui s'étend au-delà du corps du ballast (voir figure 4, page 96)

Ces conditions de montage devront permettre à chaque entretoise de s'étendre sur 10 mm sous le corps du ballast. Tous les trous de fixation prévus pour le ballast doivent être utilisés. Pour le reste, le boîtier d'essai est conforme à celui représenté à la figure 4.

Note — La méthode de montage décrite ci-dessus ne doit pas être mise en œuvre lorsque le ballast est pourvu de pattes de fixation qui assurent l'espacement requis entre son corps et la surface d'appui.

A6 Essais de résistance mécanique des ballasts indépendants

A6 1 Les ballasts sont mis à l'essai de la manière suivante :

On applique des coups au ballast au moyen de l'appareil de choc à ressort représenté à la figure 6, page 97

L'appareil comprend trois parties principales : le corps, la pièce de frappe et le cône de détente à ressort.

Le corps comprend l'enveloppe, le guide de la pièce de frappe, le mécanisme de détente et toutes les parties qui en sont solidaires. La masse de cet ensemble est de 1 250 g.

La pièce de frappe comprend la tête du marteau, la tige de la pièce de frappe et le bouton d'armement. La masse de cet ensemble est de 250 g.

La tête du marteau a une forme hémisphérique de 10 mm de rayon et est en polyamide de dureté Rockwell R 100, elle est fixée à la tige de la pièce de frappe de façon que la distance entre son extrémité et le plan de la face frontale du cône, lorsque la pièce de frappe est sur le point de partir, soit égale à la valeur indiquée dans le tableau III pour la compression.

Le cône a une masse de 60 g et le ressort du cône est tel qu'il exerce une force de 20 N lorsque les mâchoires d'accrochage sont sur le point de libérer la pièce de frappe.

Le ressort de la pièce de frappe est tel que le produit de la compression, en millimètres, et de la force exercée, en newtons, soit égale à 1 000, la compression étant 20 mm environ. Le ressort est réglé de façon à faire frapper le marteau avec l'énergie de choc comme indiqué dans le tableau III.

Les ressorts du mécanisme de détente sont réglés de façon qu'ils exercent une compression juste suffisante pour maintenir les mâchoires d'accrochage dans la position enclenchée.

L'appareil est armé en tirant le bouton d'armement en arrière jusqu'à ce que les mâchoires d'accrochage soient en prise avec l'encoche de la tige de la pièce de frappe.

Les coups sont provoqués en tirant le cône de détente contre l'échantillon dans une direction perpendiculaire à la surface au point à essayer.

b) Built-in ballasts with both t_w and Δt marking

In addition to the condition specified under *a)* above, ballasts with both t_w and Δt marking shall be tested for normal conditions (with a reference lamp or a similar lamp) under conditions of normal supply and frequency in the following arrangement of mounting in the test hood

When the supporting surface is a continuous metal plate, the ballast is mounted in the test hood spaced at the two ends by steel spacers, 2 mm in thickness, of a width equal to that of the ballast and of a length equal to $m + 10$ mm, m being the length of the mounting lug which extends beyond the body of the ballast (see Figure 4, page 96)

These conditions of mounting should permit each spacer to extend 10 mm under the body of the ballast. All the fixing holes provided for the ballast shall be used. Otherwise, the test hood is the same as that shown in Figure 4

Note — The above method of mounting need not be adopted when the ballast is of a type incorporating mounting pads which will ensure that the specified spacing is provided between the body of the ballast and the mounting surface

A6 Testing of mechanical strength of independent ballasts

A6.1 Ballasts are tested in the following manner

Blows are applied to the sample by means of the spring operated impact-test apparatus shown in Figure 6, page 97

The apparatus consists of three main parts: the body, the striking element and the spring-loaded release cone

The body comprises the housing, the striking element guide, the release mechanism and all parts rigidly fixed thereto. The mass of this assembly is 1 250 g

The striking element comprises the hammer head, the hammer shaft and the cocking knob. The mass of this assembly is 250 g

The hammer head has a hemispherical base of polyamide, having a Rockwell hardness of R 100, with a radius of 10 mm, it is fixed to the hammer shaft in such a way that the distance from its tip to the plane of the front of the cone, when the striking element is on the point of release, is equal to the value shown for the compression in Table III

The cone has a mass of 60 g and the cone spring is such that it exerts a force of 20 N when the release jaws are on the point of releasing the striking element

The hammer spring is such that the product of the compression in millimetres, and the force exerted, in newtons, equal 1 000, the compression being approximately 20 mm. The spring is adjusted so as to cause the hammer to strike with an impact energy as shown in Table III

The release mechanism springs are adjusted so that they exert just sufficient pressure to keep the release jaws in the engaged position

The apparatus is cocked by pulling the cocking knob back until the release jaws engage with the groove in the hammer shaft

The blows are applied by putting the release cone against the sample in a direction perpendicular to the surface at the point to be tested

La pression est accrue lentement de façon que le cône recule jusqu'à ce qu'il soit en contact avec les tiges de détente qui se déplacent alors et font fonctionner le mécanisme de détente qui libère la pièce de frappe

L'échantillon repose sur un support rigide, les entrées de conducteurs étant laissées ouvertes, les entrées défonçables défonçées et les vis de fixation des couvercles et vis similaires serrées avec un couple de torsion égal aux deux tiers de celui spécifié dans le tableau IV

Trois coups sont appliqués en chaque point présumé faible en faisant particulièrement attention aux matières isolantes entourant des parties actives et aux traversées en matière isolante, s'il en existe

Après l'essai, l'échantillon ne doit présenter aucun dommage dans le sens de la présente recommandation

Une détérioration de la peinture, de faibles enfoncements qui n'influencent pas les lignes de fuite ou les distances dans l'air ne sont pas retenus. Après l'essai, la résistance à l'humidité ne doit pas avoir diminué

- A6.2 Les ballasts à enveloppe métallique seront d'abord soumis à l'essai du paragraphe A6.1 en respectant la valeur indiquée dans le tableau III. Ensuite, ils seront soumis à l'essai suivant

Un doigt d'épreuve analogue à celui représenté à la figure 1, page 94, mais non articulé, est appuyé perpendiculairement avec une force de 50 N en différents points de l'enveloppe. Après cet essai, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage dans le sens de la présente recommandation

Une détérioration de la peinture et de faibles enfoncements qui n'influencent pas les lignes de fuite ou les distances dans l'air ne sont pas retenus

A7 **Résistance à la chaleur**

Les enveloppes et les parties externes isolantes sont soumises à un essai à la bille au moyen de l'appareil représenté à la figure 7, page 97

La surface de la partie en essai est disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appuyée avec une force de 20 N sur cette surface

L'essai est effectué dans une étuve à une température dépassant de 50 ± 5 °C l'échauffement de la partie considérée, déterminé pendant l'essai de l'article 14, sans qu'elle soit inférieure à 125 °C pour les parties maintenant en position des parties sous tension. L'essai ne doit pas être effectué sur les parties en matière céramique.

Après 1 h, on retire la bille et on mesure le diamètre de l'empreinte. Ce diamètre ne doit pas être supérieur à 2 mm

The pressure is slowly increased so that the cone moves back until it is in contact with the release bars, which then move to operate the release mechanism and allow the hammer to strike

The sample is rigidly supported, cable entries being left open, knock-outs opened and cover fixing and similar screws tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table IV

Three blows are applied to every point that is likely to be weak, paying special regard to insulating material enclosing live parts and to bushing of insulating material, if any

After the test, the sample shall show no damage within the meaning of this recommendation

Damage to paint and small dents which do not influence creepage distances or clearances are neglected After the test, the resistance to moisture shall not be decreased

- A6.2 Ballasts with metal enclosures are first subjected to the test of Sub-clause A6.1 with the value specified in Table III In addition, they are then subjected to the following test

A test finger, similar to that shown in Figure 1, page 94, but not flexible, is pressed perpendicular with a force of 50 N on different points of the enclosure After this test, the samples shall show no damage within the meaning of this recommendation

Damage to paint and small dents which do not influence creepage distances or clearances are neglected

A7 Resistance to heat

Enclosures and other external parts of insulating material are subjected to a ball-pressure test by means of the apparatus shown in Figure 7, page 97

The surface of the part under test is placed in the horizontal position and a steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface by a force of 20 N

The test is made in a heating cabinet at a temperature which is 50 ± 5 °C in excess of the temperature rise of the relevant part determined during the test of Clause 14, with a minimum of 125 °C for parts retaining live parts in position The test shall not be made on parts of ceramic material

After 1 h, the ball is removed and the diameter of the impression measured This diameter shall not exceed 2 mm

ANNEXE B

NOTES EXPLICATIVES AU SUJET DE L'ESSAI D'ENDURANCE DES BALLASTS

B1 Introduction

Le but de cette annexe est de stimuler des recherches au sein des pays membres concernant l'essai d'endurance des ballasts basé sur le concept de t_w et de déterminer en particulier la (ou les) valeur(s) de la constante apparaissant dans la formule liant la durée de l'essai à la durée de vie réelle des ballasts pour les valeurs de t_w supérieures à 120 °C

B2 Fondement théorique

La relation entre la durée de vie et la température pour l'isolement des ballasts est basée sur l'équation suivante

$$L = Ke^{\frac{D}{T}}$$

où:

- L = durée de vie en jours
- T = température absolue du système d'isolation en K
- D = constante fonction de la nature des isolants
- e = base des logarithmes népériens = 2,718
- K = constante dont la valeur dépend des unités

L'essai d'un système d'isolation étant soumis à deux températures différentes, il donnera deux durées de vie et on peut alors écrire les deux relations suivantes

$$L = Ke^{\frac{D}{T}}$$

$$L_o = Ke^{\frac{D}{T_w}}$$

où:

- L = durée de vie théorique à la température T
- L_o = 3 652 jours (soit 10 ans)
- T = température théorique (absolue) d'essai en K
- T_w = température maximale nominale de fonctionnement (absolue) en K

On en déduit:

$$\frac{L}{L_o} = \frac{Ke^{\frac{D}{T}}}{Ke^{\frac{D}{T_w}}}$$

et en prenant le logarithme à base 10 de chacun des membres de cette relation

$$\log L - \log L_o = \frac{D}{T} \log e - \frac{D}{T_w} \log e$$

APPENDIX B

EXPLANATORY NOTES ON BALLAST ENDURANCE TESTING

B1 Introduction

The intention of this appendix is to stimulate member countries further to investigate ballast endurance testing, based on the t_w concept and, in particular, to determine the constant(s) required in the formula relating test life and actual ballast life for t_w values greater than 120 °C

B2 Theoretical basis

The present life versus temperature relationship for insulation systems of ballasts is based on the following equation

$$L = Ke^{\frac{D}{T}}$$

where

- L = life of the insulation system in days
- T = absolute temperature of the insulation in K
- D = constant which is related to the insulation material
- e = base of napierian logs = 2.718
- K = equation constant which depends upon the units chosen

If an insulation system is tested at two different temperatures, it will give two different lives and then two equations can be written thus

$$L = Ke^{\frac{D}{T}} \qquad L_o = Ke^{\frac{D}{T_w}}$$

where

- L = objective test life in days at temperature T
- L_o = 3 652 days (10 years)
- T = objective test temperature (absolute) in K
- T_w = rated maximum operating temperature (absolute) in K

Then

$$\frac{L}{L_o} = \frac{Ke^{\frac{D}{T}}}{Ke^{\frac{D}{T_w}}}$$

and taking $\log_{10}$ of both sides

$$\log L - \log L_o = \frac{D}{T} \log e - \frac{D}{T_w} \log e$$

Etant donné que $\log e$ est également une constante, on peut combiner D et $\log e$ en une seule constante $P = D \log e$; alors la relation précédente s'écrit

$$\log L - \log L_o = P \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

et donc

$$\log L = \log L_o + P \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

La valeur de la constante P , qui a été adoptée empiriquement, est de 4 500 pour les valeurs de t_w inférieures ou égales à 120 °C

B3 Essais fondamentaux de matériaux

La classification thermique des enroulements en fil émaillé est fréquemment basée sur la Publication 172 de la CIEI Méthode d'essai pour l'évaluation de la stabilité thermique des fils émaillés par l'abaissement de la rigidité diélectrique entre les fils torsadés, et sur la Spécification A I E E 57 relative aux essais sur fils torsadés. De telles classifications sont publiées par les fabricants de fil émaillé. Le diamètre du fil pour cet essai est normalisé à 0,8 mm. Des échantillons préparés de manière spécifiée sont essayés dans une étuve à diverses températures et l'on détermine la durée requise pour provoquer la disruption entre fils. La tension d'essai est de 1 000 V. L'inverse de la température absolue est tracée en fonction de la durée sur un diagramme logarithmique et la courbe est extrapolée à 20 000 h. La température correspondante fournit la classification thermique du fil émaillé.

Les données expérimentales fournies par différents fabricants ne concordent pas très exactement mais les pentes (données par la constante P) des courbes pour les matériaux isolants classés dans la Publication 85 de la CIEI: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service (par exemple classe A, etc.), correspondent, de façon très satisfaisante, à celles figurant dans les recommandations pour les ballasts avec marquage t_w de la CIEI. Toutefois, la classification établie d'après les essais sur fils torsadés repose sur une durée de vie de 20 000 h (soit 2,4 années) et si, par exemple, le tracé pour un isolant typique de classe E (120 °C) est extrapolé de 20 000 h à 87 000 h (soit 10 années), on trouve une température de 98 °C, qui est inférieure à celle de la classe A.

De plus, lors d'un essai d'endurance sur fils torsadés, les fils sont à une température uniforme tandis que lorsqu'on essaye un enroulement, il s'y produit un point chaud qui peut présenter une température de 10 °C supérieure à la moyenne servant à caractériser l'essai.

Ces essais A I E E sur fils torsadés conduisent à différentes constantes selon les isolants utilisés. Ces constantes ne se retrouvent pas nécessairement les mêmes lorsque les fils sont utilisés dans des ballasts.

B4 Matériaux dans les ballasts

Les essais fondamentaux de matériaux indiquent qu'il faut adopter différentes constantes pour les diverses classes d'isolants. Lorsqu'on emploie ces mêmes matériaux dans des ballasts, on peut s'attendre à ce que d'autres constantes s'appliquent. Ces constantes tiendront compte non seulement des caractéristiques du fil, mais également de celles des autres matériaux incorporés, de la construction du ballast ainsi que des différentes méthodes d'essais.

Since $\log e$ is also a constant it can be included with D the material constant to give a new constant $P = D \log e$, and therefore

$$\log L - \log L_o = P \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

and therefore
$$\log L = \log L_o + P \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right)$$

The value of the constant P , which has been adopted empirically, is 4 500 for values of t_w up to and including 120 °C

B3 Basic material tests

The temperature classification of enamelled winding wires is frequently based on IEC Publication 172, Test Procedure for the Evaluation of the Thermal Endurance of Enamelled Wire by the Lowering of the Electric Strength between Twisted Wires and on A I E E Specification 57 on twisted wire tests, twisted pair tests and curves are published by wire manufacturers. The standard wire diameter for this test is 0.8 mm. Samples prepared in a specified manner are tested in an oven at various temperatures for the time taken for breakdown between wires. The test voltage is 1 000 V. The inverse absolute temperature is plotted against time on a logarithmic scale and the curve is extrapolated to 20 000 h. The corresponding temperature is taken as the thermal classification of the enamelled wire.

The data produced by various wire manufacturers does not agree very closely but the slopes (constant P) of the curves for insulation materials classified in IEC Publication 85: Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service, e.g. Class A, etc., correspond fairly well with those given for t_w IEC ballast specifications. However, the classification according to twisted pair tests is based upon a 20 000 h life (2.4 years) and if, for example, the line for a typical Class E (120 °C) insulation is extrapolated from 20 000 h to 87 000 h (10 years), the temperature is 98 °C, which is lower than Class A.

Moreover, in an endurance test on twisted pairs, the wire is at a uniform temperature, whereas where a wound component is tested there is a hot spot in the winding which may have a temperature of 10 °C higher than the average temperature upon which the test is based.

These A I E E twisted wire tests show different constants depending on the insulation used. These constants are not necessarily the same when the wires are used in a ballast.

B4 Materials in ballasts

The basic material tests show that different constants are required for different insulating classes. When using these same materials in ballasts, it is to be expected that other constants will apply. The ballast constants will take into account not only the winding wire characteristics but also the characteristics of other materials included, the ballast construction and the different testing methods.

Des considérations antérieures et des résultats du nombre limité d'essais qui ont été entrepris, on pourrait admettre que, pour passer l'essai pour $t_w = 120\text{ °C}$, il faudrait que le ballast soit bobiné avec un fil classé pour 155 °C , c'est-à-dire un fil à émail polyester. De façon analogue, un ballast qui serait marqué $t_w = 155\text{ °C}$ exigerait un fil classé 180 °C (polyester-imide).

Conformément à ce qui précède, les tracés ont des pentes (c'est-à-dire des constantes P) qui correspondent à celles des émaux isolants de deux classes supérieures — selon l'essai sur fils torsadés — aux températures t_w marquées avec 130 °C et 155 °C .

On estime que les températures d'essai de t_w , basées sur ces courbes, présentent une marge de sécurité suffisante pour tenir compte des différences dans les matériaux et dans la construction des ballasts.

Ces valeurs de t_w sont mises à l'essai. Il est nécessaire de recueillir davantage d'expériences et lorsque des résultats complémentaires seront disponibles, il faudra peut-être retoucher les courbes.

B5 Durée de l'essai d'endurance

À présent, la durée normale de l'essai est de 30 jours, sauf stipulations contraires du fabricant, et elle est liée à la constante de 4 500. Si l'on devait admettre une valeur supérieure pour cette constante, la sensibilité et la précision de l'essai diminueraient et une durée accrue s'imposerait.

Withd
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60082:1973

From the previous considerations and the results of the limited number of tests which have been carried out, it would appear that to pass a $t_w = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ test, a ballast must be wound with a wire rated $155\text{ }^{\circ}\text{C}$, i.e. a polyester enamelled wire. Similarly a $t_w = 155\text{ }^{\circ}\text{C}$ ballast would need a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ wire (polyester-imide).

Accordingly, the curves have slopes (constant P) corresponding to those of insulating enamels two classes higher, by the twisted pair test, than the t_w marked temperatures of $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $155\text{ }^{\circ}\text{C}$.

It is believed that the t_w test temperatures, derived from these curves, are sufficiently conservative to allow for differences in materials and construction of ballasts.

These t_w values are submitted for trial. Much more testing is necessary and when more results are available the curves may need to be adjusted.

B5 Endurance testing period

At the present time, the testing normally lasts 30 days, unless the manufacturer indicates otherwise, and is related to the constant of 4 500. When this constant changes to a higher value, the testing sensitivity and accuracy are reduced and a longer testing time is necessary.

ANNEXE C

BALLASTS DE RÉFÉRENCE

C1 Marquage

Le ballast de référence doit porter de façon indélébile les indications suivantes

- a) les mots «ballast de référence» (en toutes lettres),
- b) identification du vendeur responsable,
- c) numéro de série,
- d) puissance nominale de la lampe et courant de calibrage,
- e) tension et fréquence d'alimentation nominales

C2 Caractéristiques de construction

C2 1 Type

Un ballast de référence est constitué d'une inductance associée, s'il y a lieu, à une résistance additionnelle, l'ensemble répondant aux conditions de l'article 3. Quel que soit le type de la lampe qui lui est associée, il fonctionne toujours avec un starter.

C2 2 Protection

Le ballast de référence doit être protégé (par exemple au moyen d'une enveloppe d'acier) contre les influences magnétiques de façon telle que son rapport tension/courant, pour le courant de calibrage, ne soit pas modifié de plus de 0,2 % lorsqu'une plaque d'acier ordinaire de 12,5 mm d'épaisseur est placée à 25 mm d'une face quelconque de l'enveloppe.

De plus, il doit être protégé contre les actions mécaniques.

C3 Caractéristiques de fonctionnement

C3 1 Tension et fréquence d'alimentation nominales

La tension et la fréquence d'alimentation nominales d'un ballast de référence doivent avoir les valeurs figurant aux tableaux XII A et XII B.

C3 2 Rapport tension/courant

Le rapport tension/courant d'un ballast de référence doit avoir la valeur figurant aux tableaux XII A et XII B, avec les tolérances suivantes

- a) $\pm 0,5\%$ au courant de calibrage,
- b) $\pm 3\%$ à toute autre valeur du courant comprise entre 50 % et 115 % du courant de calibrage

APPENDIX C

REFERENCE BALLASTS

C1 Marking

The reference ballast shall be provided with durable and legible marking as follows

- a) the words “reference ballast” in full;
- b) identification of the responsible vendor,
- c) serial number,
- d) rated lamp wattage and calibration current,
- e) rated supply voltage and frequency

C2 Design characteristics

C2.1 General design

A reference ballast is a self-inductive coil, with or without an additional resistor, designed to give the operating characteristics of Clause 3. It is always operated with a starter, without respect to the type of lamp with which it is used.

C2.2 Protection

The reference ballast shall be protected (e.g. by means of a suitable steel case) against magnetic influence, in such a way that its ratio of voltage to current for the calibration current shall not be changed more than 0.2% when a 12.5 mm thick plate of ordinary mild steel is placed at 25 mm from any face of the ballast enclosure.

Moreover, it shall be protected against mechanical damage.

C3 Operating characteristics

C3.1 Rated supply voltage and frequency

The rated supply voltage and frequency of a reference ballast shall be in accordance with the values given in Tables XII A and XII B.

C3.2 Ratio of voltage to current

The ratio of voltage to current of a reference ballast shall have the value given in Tables XII A and XII B subject to the following tolerances:

- a) $\pm 0.5\%$ at the calibration current values,
- b) $\pm 3\%$ at any other value of current from 50% to 115% of the calibration current

C3 3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du ballast de référence déterminé sous le courant de calibrage doit avoir la valeur fixée aux tableaux XII A et XII B, une tolérance de $\pm 0,005$ étant admise

C3 4 Echauffement

L'échauffement en régime de l'enroulement du ballast de référence, déterminé par variation de résistance, ne dépassera pas 25 °C pour une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C, pour le courant de calibrage et pour la fréquence nominale

TABLEAU XII A

Types de lampes et caractéristiques des ballasts de référence pour la fréquence de 50 Hz

Puissance nominale de la lampe W	Caractéristiques du ballast de référence			
	Tension nominale V	Courant de calibrage A	Rapport tension/courant Ω	Facteur de puissance
20	127	0,37	270	0,12
25	220	0,29	605	0,10
30 T8	220	0,36	480	0,10
30 T12	220	0,405	460	0,10
40	220	0,43	390	0,10
65	220	0,67	240	0,10
80	240	0,865	223	0,06
125	350	0,94	300	0,06

TABLEAU XII B

Types de lampes et caractéristiques des ballasts de référence pour la fréquence de 60 Hz

Puissance nominale de la lampe W	Caractéristiques du ballast de référence			
	Tension nominale V	Courant de calibrage A	Rapport tension/courant Ω	Facteur de puissance
20	118	0,38	240	0,075
30 T8	236	0,355	548	0,075
30 T12	180	0,43	335	0,075
40	236	0,43	439	0,075
60	230	0,8	244	0,075
87	300	0,8	315	0,075
90	150	1,5	78,5	0,075
112	400	0,8	415	0,075

C3.3 Power factor

The power factor of a reference ballast determined at the calibration current shall be shown as in Tables XII A and XII B subject to a tolerance of ± 0.005

C3.4 Temperature rise

When the reference ballast is operated in an ambient air temperature of between 20 °C and 27 °C, at calibration current and rated frequency, the steady state temperature rise of the ballast winding shall not exceed 25 °C when measured by the resistance method

TABLE XII A

Lamp types and characteristics of reference ballasts at 50 Hz

Rated lamp wattage W	Characteristics of reference ballast			
	Rated voltage V	Calibration current A	Ratio voltage/current Ω	Power factor
20	127	0.37	270	0.12
25	220	0.29	605	0.10
30 T8	220	0.36	480	0.10
30 T12	220	0.405	460	0.10
40	220	0.43	390	0.10
65	220	0.67	240	0.10
80	240	0.865	223	0.06
125	350	0.94	300	0.06

TABLE XII B

Lamp types and characteristics of reference ballasts at 60 Hz

Rated lamp wattage W	Characteristics of reference ballast			
	Rated voltage V	Calibration current A	Ratio voltage/current Ω	Power factor
20	118	0.38	240	0.075
30 T8	236	0.355	548	0.075
30 T12	180	0.43	335	0.075
40	236	0.43	439	0.075
60	230	0.8	244	0.075
87	300	0.8	315	0.075
90	150	1.5	78.5	0.075
112	400	0.8	415	0.075

ANNEXE D

LAMPES DE RÉFÉRENCE

Une lampe ayant subi un vieillissement d'au moins 100 h sera considérée comme lampe de référence si, associée à un ballast de référence dans les conditions normales d'essai définies à l'annexe E et fonctionnant à une température ambiante de 25 °C, ni son courant, ni sa puissance, ni sa tension propres ne diffèrent de plus de 2,5 % des valeurs respectives spécifiées à la Publication 81 de la CEI (valeurs recherchées pour la puissance et la tension)

Pour les lampes à allumage sans starter, il est de plus demandé que la résistance des cathodes ne s'écarte pas de la valeur recherchée du type de plus de 10 %. Si cette résistance est trop élevée, elle peut être réduite par branchement d'une résistance en dérivation.

La lampe de référence utilisée doit toujours être du type approprié au ballast en essai.

La lampe de référence, lorsqu'elle est alimentée par un ballast de référence, ne doit pas présenter de différences sensibles de forme d'onde entre deux alternances successives.

Notes 1 — Autrement dit, la dernière exigence signifie que la lampe ne peut être une source substantielle d'harmoniques pairs dus à l'effet redresseur.

2 — Bien que la lampe de référence doive toujours être appropriée au type de ballast pour lequel elle est prévue, sa sélection s'opère toujours avec un ballast de référence. Cette procédure permet en particulier la mesure aisée de sa puissance.

APPENDIX D

REFERENCE LAMPS

A lamp which has been aged for at least 100 h is considered to be a reference lamp if, when associated with a reference ballast under normal testing conditions as defined in Appendix E and operating in an ambient temperature of 25 °C, neither lamp wattage, lamp voltage nor lamp current deviates by more than 2.5% from the corresponding values given in IEC Publication 81 (objective values for wattage and voltage)

For lamps operated without starter, it is also required that the resistance of the cathodes shall not differ from the objective value for the type of lamp by more than 10%. If the resistance is higher, it may be reduced by using a shunt resistor.

A reference lamp of a type suitable for the ballast under test shall always be used.

The waveform of the current supplied in the steady state to a reference lamp associated with a reference ballast shall show substantially the same wave-shape in successive half-cycles.

Notes 1 — This limits the possible generation of even harmonics by any rectifying effect.

- 2 — Although the reference lamp must always belong to a type appropriate to the ballast to be tested, its selection is always made using a reference ballast. Such a procedure allows in particular a simple measurement of its power.

ANNEXE E

ESSAIS

(se rapportant à la Section Deux et aux annexes C et D)

E1 Conditions générales d'essais

E1 1 Les conditions générales de l'annexe A restent valables. Mais pour certains essais, notamment pour la vérification des conditions de l'article 8, une pureté de forme d'onde de la tension d'alimentation notablement plus grande peut s'avérer nécessaire, en particulier dans le cas de condensateurs branchés directement ou indirectement en parallèle sur la source. Des dispositifs de correction spéciaux peuvent être alors requis.

E1 2 Effets magnétiques

Sauf indication contraire, aucun objet magnétique ne doit être approché à moins de 25 mm d'une face de ballast quelconque, de référence ou en essai.

E1 3 Montage et raccordement des lampes de référence

a) Montage

Dans le but d'assurer le maximum de stabilité aux caractéristiques des lampes de référence, il est recommandé de les placer horizontalement et de les maintenir de façon permanente dans leurs supports.

b) Lampes de référence à allumage avec starter

Les lampes de référence doivent être vieillies avec une seule disposition des broches par rapport à l'arrivée du courant et doivent toujours être utilisées selon cette même disposition (voir aussi l'article E5 de cette annexe).

c) Lampes de référence à allumage sans starter

Les conditions précédentes doivent être respectées dans la mesure où l'identification des contacts correspondant au circuit principal du ballast est possible.

E1 4 Stabilité de la lampe de référence

a) La lampe doit avant toute mesure avoir atteint son régime normal. Un régime présentant du chenillement ne sera pas considéré comme normal.

b) Les caractéristiques de la lampe doivent être contrôlées immédiatement avant et après l'exécution d'une série d'essais.

E2 Conditions additionnelles pour les essais des ballasts de référence et la sélection des lampes de référence

E2 1 Généralités

Les mesures ne doivent être effectuées sur le ballast de référence qu'après obtention de l'état de régime.

APPENDIX E

TESTS

(referring to Section Two and Appendices C and D)

E1 General conditions for tests

E1 1 The general requirements of Appendix A apply, but for certain tests, principally for checking the requirements of Clause 8, considerably greater purity of waveform of the supply is necessary, particularly in the case where capacitors are connected directly or indirectly in parallel with the supply. Special arrangements for correction of supply waveform may then be necessary.

E1 2 *Magnetic effects*

Unless otherwise specified, no magnetic object shall be allowed within 25 mm of the face of the reference ballast or the ballast under test.

E1 3 *Mounting and connections of reference lamps*

a) Mounting

In order to make the reference lamps repeat their electrical values with the greatest consistency, it is recommended that the lamps be mounted horizontally and allowed to remain permanently in their test lampholders.

b) Reference lamps operated with starter

The lamp shall be aged with one disposition of contact connections only and shall be used in the same disposition (see also Clause E5 of this appendix).

c) Reference lamps operated without starter

The above conditions shall be complied with so far as the identification of the ballast terminations corresponding to the main circuit will permit.

E1 4 *Reference lamp stability*

a) A lamp shall be brought to a condition of stable operation before carrying out measurements. No swirling shall be present.

b) The characteristics of a lamp shall be checked immediately before and immediately after each series of tests.

E2 Additional requirements for testing reference ballasts and selecting reference lamps

E2 1 *General*

The measurements shall not be made on the reference ballast until steady temperature conditions are reached.

E2.2 Mesure du rapport tension/courant

La figure 9, page 99, donne le schéma d'un circuit d'essai type. Avec ce schéma, aucune correction de consommation du voltmètre ne doit être apportée si la résistance interne de cet instrument répond aux prescriptions du paragraphe A1.3 de l'annexe A.

Si la fréquence n'a pas exactement la valeur nominale f_n , on doit appliquer à la tension mesurée une correction proportionnelle à l'écart relatif de fréquence selon la formule suivante

$$\text{tension à la fréquence } f_n = \text{tension à la fréquence } f \times \frac{f_n}{f}$$

E2.3 Mesure du facteur de puissance

La figure 10, page 99, donne le schéma d'un circuit d'essai type pour la détermination du facteur de puissance.

Les mesures seront corrigées afin de tenir compte des consommations propres des appareils de mesure.

E2.4 Contrôle de la protection contre les effets magnétiques

La plaque d'acier, dont il est question à l'article C2 de l'annexe C, débordera systématiquement d'au moins 25 mm en tout point de la projection sur cette plaque du contour apparent de la face correspondante du ballast.

E2.5 Sélection des lampes de référence

La figure 11, page 99, donne le schéma d'un circuit d'essai type pour la sélection des lampes de référence.

Après l'allumage de la lampe, le dispositif d'amorçage est mis hors circuit.

La lampe étant en régime, son courant, sa tension et sa puissance doivent être mesurés pour l'examen des exigences formulées à l'annexe D.

Lors de la mesure de la tension ou de la puissance de la lampe, le circuit de tension de l'appareil de mesure non utilisé doit être ouvert.

Lors de la mesure de la puissance de la lampe, la lecture du wattmètre ne doit pas être corrigée de la consommation propre de son circuit de tension (la liaison équipotentielle entre ce circuit et la bobine de courant du wattmètre étant établie du côté de la lampe).

Note — La mention relative à l'absence de correction de la consommation propre du circuit de tension du wattmètre provient du fait que dans la généralité des cas, pour une même tension d'alimentation, ladite consommation compense à peu de choses près la réduction de la puissance absorbée par la lampe, occasionnée par le branchement en parallèle du circuit de tension du wattmètre.

Si l'on éprouve des doutes à ce sujet, il sera toujours possible d'évaluer le défaut de compensation en reprenant les mesures avec d'autres valeurs de la consommation dérivée sur la lampe. Ceci s'opère en ajoutant en parallèle des résistances et en relevant chaque fois la puissance lue au wattmètre. Il est alors possible d'extrapoler les résultats obtenus afin de déterminer la puissance réelle en l'absence de toute consommation dérivée.

E3 Mesure des tensions à circuit ouvert des lampes à allumage sans starter

Pour la mesure de la tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe, il y a lieu de substituer à chaque cathode une résistance équivalente à la valeur recherchée mentionnée dans les tableaux XI A ou XI B. On retiendra la tension la plus élevée des quatre mesures possibles.