

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 458

Deuxième édition - Second edition

1982

Ballasts transistorisés pour lampes tubulaires à fluorescence

Transistorized ballasts for tubular fluorescent lamps



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (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.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

Revision of this publication

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

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

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

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (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.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 458

Deuxième édition - Second edition

1982

Ballasts transistorisés pour lampes tubulaires à fluorescence

Transistorized ballasts for tubular fluorescent lamps

Mots clés: lampes à fluorescence ;
onduleurs transistorisés ;
exigences ;
définitions.

Key words: fluorescent lamps ;
transistorized inverters ;
requirements ;
definitions.



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	8
 Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Définitions	8
3. Marquage	10
4. Prescriptions générales	12
5. Généralités sur les essais	12
6. Caractéristiques de fonctionnement	14
6.1 Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe	14
6.2 Conditions de préchauffage	16
6.3 Courant fourni à la lampe et flux lumineux	18
6.4 Courant d'alimentation	18
6.5 Courant maximal aux entrées de cathodes	18
6.6 Forme d'onde du courant fourni à la lampe	20
6.7 Endurance	20
6.8 Perturbations radioélectriques	20
6.9 Bruit (acoustique)	20
7. Règles de sécurité	20
7.1 Tensions d'impulsion	22
7.2 Conditions anormales	24
7.3 Bornes pour connexions extérieures	26
7.4 Disposition en vue de la mise à la terre	26
7.5 Lignes de fuite et distances dans l'air	28
7.6 Protection contre le toucher	30
7.7 Résistance d'isolement	30
7.8 Essai de rigidité diélectrique	30
ANNEXE A — Essais	28
ANNEXE B — Ballasts de référence	32
ANNEXE C — Lampes de référence	34
ANNEXE D — Explications concernant la dérive des valeurs des tensions d'impulsion données au paragraphe 7.1	40
FIGURES	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1. Scope	9
2. Definitions	9
3. Marking	11
4. General requirements	13
5. General notes on tests	13
6. Performance requirements	15
6.1 Open-circuit voltage at terminations of lamp	15
6.2 Pre-heat conditions	17
6.3 Lamp current and luminous flux	19
6.4 Supply current	19
6.5 Maximum current in any lead to a cathode	19
6.6 Lamp operating current wave-shape	21
6.7 Endurance	21
6.8 Radio interference	21
6.9 Acoustic noise	21
7. Safety requirements	21
7.1 Pulse voltages	23
7.2 Abnormal conditions	25
7.3 Terminals for external wiring	27
7.4 Provision for earthing	27
7.5 Creepage distances and clearances	29
7.6 Protection against accidental contact	31
7.7 Insulation resistance	31
7.8 Electric strength test	31
APPENDIX A — Tests	33
APPENDIX B — Reference ballasts	37
APPENDIX C — Reference lamps	39
APPENDIX D — Explanation of the derivation of the values of pulse voltages given in Sub-clause 7.1	41
FIGURES	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**BALLASTS TRANSISTORISÉS POUR LAMPES TUBULAIRES
À FLUORESCENCE**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 458 de la CEI et remplace la première édition de 1974.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Bruxelles en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 34C(Bureau Central)92, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1979.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 34C(Bureau Central)92:

Afrique du Sud (République d')	Israël
Australie	Italie
Autriche	Nouvelle-Zélande
Belgique	Pologne
Canada	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Hongrie	Turquie

Un nouveau projet de modifications fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en juin 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 34C(Bureau Central)109, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1981.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TRANSISTORIZED BALLASTS FOR TUBULAR
FLUORESCENT LAMPS

FOREWORD

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

PREFACE

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

It forms the second edition of IEC Publication 458 and replaces the first edition of 1974.

Drafts were discussed at the meeting held in Brussels in 1977. As a result of this meeting a draft, Document 34C(Central Office)92, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of the publication of Document 34C(Central Office)92:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Finland
France
Hungary
Israel

Italy
New Zealand
Poland
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom

Further drafts concerning amendments were discussed at the meeting held in Stockholm in June 1980. As a result of this meeting a draft, Document 34C(Central Office)109, was submitted for approval under the Six Months' Rule in April 1981.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 34C(Bureau Central)109:

Afrique du Sud (République d')	Norvège
Australie	Nouvelle-Zélande
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Corée (République de)	République Démocratique Allemande
Danemark	Royaume-Uni
États-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications nos 81: Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général.
82: Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence.
598: Luminaires.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of the publication of Document 34C(Central Office)109:

Australia	Netherlands
Belgium	New Zealand
Canada	Norway
Czechoslovakia	Poland
Denmark	South Africa (Republic of)
Finland	Sweden
France	Switzerland
German Democratic Republic	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Korea (Republic of)	United Kingdom
	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 81: Tubular Fluorescent Lamps for General Lighting Service.
82: Ballasts for Tubular Fluorescent Lamps.
598: Luminaires.

Withhold
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

BALLASTS TRANSISTORISÉS POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE

INTRODUCTION

En vue d'obtenir un fonctionnement satisfaisant des lampes à fluorescence et des ballasts transistorisés, il est nécessaire d'harmoniser convenablement certaines de leurs caractéristiques. Il est, en conséquence, essentiel que des spécifications les concernant soient établies en fonction de mesures qui doivent elles-mêmes reposer sur une base commune de référence suffisamment stable et reproductible.

Ces conditions sont obtenues au moyen de ballasts de référence. De plus, l'essai de ballasts pour lampes à fluorescence sera en général exécuté à l'aide de lampes de référence et, en particulier, en comparant les résultats obtenus sur de telles lampes lorsque celles-ci sont successivement associées au ballast en essai et à un ballast de référence. Ce dernier sera conforme aux exigences de la Publication 82 de la CEI: Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence.

Cette norme ne s'applique qu'aux ballasts transistorisés prévus pour les lampes des types qui sont le plus répandus sur le plan international.

1. Domaine d'application

Cette norme spécifie les prescriptions pour les ballasts transistorisés pour courant continu dont les tensions nominales ne dépassent pas 250 V, associés à des lampes à fluorescence à cathodes préchauffées et à allumage sans starter, et conformes aux prescriptions de la Publication 81 de la CEI: Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général.

Cette norme couvre également les ballasts qui assurent l'éclairage de secours permanent. Elle ne s'applique pas aux ballasts transistorisés pour chemins de fer ou avions; les ballasts indépendants sont aussi exclus. Elle n'aborde pas les questions d'échantillonnage ou de conditions quantitatives d'acceptation.

Notes 1. — La majeure partie des applications concerne les alimentations en très basse tension.

2. — Il est à présumer que les ballasts conformes à la présente norme étant associés à des lampes conformes à la Publication 81 de la CEI assurent l'amorçage correct de la lampe lorsque la température de l'air dans l'entourage immédiat de celle-ci est comprise entre 10 °C et 35 °C et cela pour une tension à la limite inférieure de la plage nominale de tensions, et que ces ballasts assurent le fonctionnement correct de la lampe pour toute tension comprise dans ladite plage nominale lorsque la température précitée est comprise entre 10 °C et 50 °C.

3. — Les caractéristiques électriques qui y figurent se réfèrent à l'association des lampes avec un ballast de référence, l'alimentation se faisant sous la tension nominale de ce dernier, la température ambiante étant de 25 °C.

2. Définitions

Les définitions ci-après s'appliquent à la présente norme.

2.1 *Ballast transistorisé*

Appareil destiné à l'alimentation d'une ou de plusieurs lampes à fluorescence et dont l'élément caractéristique est un onduleur opérant la conversion du courant continu en courant alternatif à l'aide de transistors; il peut comporter des dispositifs stabilisateurs.

TRANSISTORIZED BALLASTS FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS

INTRODUCTION

In order to obtain satisfactory performance of fluorescent lamps and transistorized ballasts, it is necessary that certain features of their designs be properly co-ordinated. It is essential, therefore, that specifications for them be written in terms of measurement made against some common base-line of reference, which must be reasonably permanent and reproducible.

These conditions may be fulfilled by reference ballasts. Moreover, the testing of ballasts for fluorescent lamps will, in general, be made with reference lamps and, in particular, by comparing results obtained on such lamps with ballasts to be tested and with a reference ballast in accordance with IEC Publication 82: Ballasts for Tubular Fluorescent Lamps.

This standard applies to transistorized ballasts only for use with lamps which are internationally the most in demand.

1. Scope

This standard specifies requirements for transistorized ballasts for use on d.c. supplies, having rated voltages not exceeding 250 V, associated with fluorescent lamps with pre-heated cathodes, operated without a starter switch and complying with IEC Publication 81: Tubular Fluorescent Lamps for General Lighting Service.

This standard also covers ballasts for maintained emergency lighting. It does not cover transistorized ballasts for railways or for aircraft; independent ballasts are also excluded. Details of sampling and quantitative conditions of compliance are not included.

Notes 1. — The majority of applications are for extra-low voltage supplies.

2. — It may be expected that ballasts complying with this standard, when associated with lamps which comply with IEC Publication 81, will provide satisfactory starting of the lamp at an air temperature immediately around the lamp between 10 °C and 35 °C at the minimum of the rated voltage range, and operation between 10 °C and 50 °C within the rated voltage range.

3. — The lamp electrical characteristics, on the lamp data sheets in that publication, apply to lamps operated with a reference ballast at its rated voltage, in an ambient temperature of 25 °C.

2. Definitions

For the purpose of this standard the following definitions shall apply:

2.1 *Transistorized ballast*

A d.c./a.c. inverter using transistors and other solid-state devices which may include stabilizing elements for supplying power to one or more fluorescent lamps.

2.2 *Plage nominale de tensions*

Plage de tensions indiquée sur le ballast et qui correspond au domaine de variation de la tension d'alimentation sous laquelle le ballast peut fonctionner.

2.3 *Tension de référence*

Tension déclarée par le fabricant, à laquelle se rapportent les caractéristiques du ballast.

2.4 *Tension de service (symbole U)*

Valeur efficace la plus élevée de la tension U 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.

2.5 *Facteur de flux lumineux du ballast*

Rapport déclaré entre les flux lumineux de la lampe lorsque le ballast en cours d'essai fonctionne à sa tension de référence, comparé au flux lumineux de la même lampe lorsque celle-ci fonctionne avec le ballast de référence approprié, alimenté à sa propre tension nominale et à sa fréquence nominale.

2.6 *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 norme.

2.7 *Eclairage de secours du type permanent*

Eclairage où les lampes sont mises sous tension chaque fois que l'éclairage normal ou l'éclairage de secours est nécessaire.

Note. — Les luminaires pour éclairage de secours du type permanent sont spécifiés dans la Publication 598-2-22 de la CEI: Luminaires. Deuxième partie: Règles particulières. Section vingt-deux — Luminaires pour éclairage de secours.

2.8 *Température maximale de l'enveloppe (symbole $t_o \text{ max.}$)*

Température de l'enveloppe quand le ballast fonctionne avec une (ou des) lampe(s) allumée(s) à la valeur maximale de la plage nominale de tensions.

3. *Marquage*

3.1 *Obligatoire*

Le ballast doit porter de façon claire et indélébile les indications suivantes:

- a) Marque d'origine (marque déposée, marque de fabrique ou nom du vendeur responsable).
- b) Type.
- c) Schéma de branchement indiquant la position des bornes. Dans le cas de ballasts dépourvus de bornes, le schéma de branchement doit porter l'indication nette du code caractérisant le rôle des conducteurs.
- d) Plage nominale de tension.

Note. — Le rapport des valeurs maximale et minimale de la plage nominale de tensions est normalement de 1,4 mais, puisque la majeure partie des applications concerne les alimentations en très basse tension, un rapport de 1,20 à 1,25 est plus réaliste. Pour les tensions nominales inférieures à 15 V, les valeurs devraient être arrondies au demi-volt le plus proche. Pour celles qui sont supérieures à 15 V au volt le plus proche.

2.2 *Rated voltage range*

The voltage range marked on the ballast and the range of supply voltage over which the ballast may be operated.

2.3 *Design voltage*

The voltage declared by the manufacturer to which all the ballast characteristics are related.

2.4 *Working voltage* (symbol U)

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

2.5 *Ballast lumen factor*

The ratio of the light output of the lamp when the ballast under test is operated at its design voltage, compared with the light output of the same lamp operated with the appropriate reference ballast at its rated voltage and frequency.

2.6 *Reference ballast*

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

2.7 *Maintained emergency lighting*

Lighting where the lamps are energized at all times when normal or emergency lighting is required.

Note. — Luminaires for maintained emergency lighting are specified in IEC Publication 598-2-22, Luminaires. Part 2: Particular Requirements. Section Twenty-two — Luminaires for Emergency Lighting.

2.8 *Maximum case temperature* (symbol $t_{c \text{ max.}}$)

Case temperature when ballast is operated with lamp(s) alight and at the maximum voltage of the rated voltage range.

3. **Marking**

3.1 *Mandatory*

Ballasts shall be provided with durable and legible marking as follows:

- a) Mark of origin (trade mark, manufacturer's identification mark or name of the responsible supplier).
- b) Type.
- c) Wiring diagram indicating the position of terminals. In the case of ballasts not having terminals, a clear indication shall be given on the wiring diagram of the significance of the code used for the connecting wires.
- d) Rated voltage range.

Note. — Normally the ratio of the maximum and minimum voltages of the rated voltage should be about 1.4, but since the majority of applications are for extra-low voltage supplies a more realistic ratio would be 1.20 to 1.25. In the case of rated voltages not greater than 15 V, these should be rounded off to the nearest 0.5 V. Those above 15 V should be rounded to the nearest 1 V.

- e) Plage nominale de courants d'alimentation pour la charge maximale admise de la lampe et la plage nominale de tensions.

Note. — Les ballasts destinés à faire fonctionner différents nombres de lampes dans des conditions normales différentes prélèvent des courants d'alimentation divers à la même tension, selon la constitution de leur charge.

- f) Puissance nominale et, si nécessaire, type(s) de la ou des lampes pour lesquelles le ballast est prévu. Si le ballast est associé à plus d'une lampe, on indique leur nombre et leur puissance individuelle.
- g) Fréquence de fonctionnement nominale (à la tension de référence et avec la ou les lampes allumées).
- h) Tension à circuit ouvert et tension par rapport à la terre si cette tension est supérieure à la précédente.

3.2 *Non obligatoire*

De plus, les informations suivantes peuvent être marquées ou obtenues de la part du fabricant.

- a) Tension de référence. Il convient que sa valeur soit comprise entre 80% et 95% de la valeur maximale de la plage nominale de tensions.
- b) Facteur de flux lumineux du ballast (%).
- c) Radiateur requis en supplément du ballast.
- d) Maximum admissible pour la température de l'enveloppe et position de mesure.
- e) Si le ballast est uniquement prévu pour être alimenté par batteries sans que celles-ci soient associées à des circuits de recharge à fonctionnement continu ou intermittent.
- f) Si le ballast peut supporter l'inversion de la polarité de la tension d'alimentation.
- g) Si applicable, un symbole pour la borne de terre.

4. Prescriptions générales

Les ballasts doivent être conçus et fabriqués de manière que, en usage normal, leur fonctionnement soit fiable et sans danger pour les utilisateurs ou l'environnement. Les condensateurs et autres éléments constitutifs conformes aux prescriptions des publications correspondantes de la CEI pour ces éléments, et qui n'ont pas besoin de protection additionnelle, ne doivent pas être soumis aux essais ou contrôles supplémentaires comme s'ils étaient une partie du ballast. Les éléments dont le ballast assure, de par sa construction, la protection électrique et mécanique, doivent être essayés conformément aux articles correspondants de la présente norme. La vérification pour les ballasts et ces éléments est effectuée par tous les essais spécifiés.

5. Généralités sur les essais

5.1 Les essais sont des essais de type.

5.2 Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués dans l'ordre des articles.

5.3 Les essais de type doivent être effectués avec un lot se composant d'un ou de plusieurs échantillons soumis en vue de ces essais de type.

Note. — Certains pays exigent un essai sur trois ballasts, et dans de tels cas, si plus d'un ballast ne résiste pas, le lot est rejeté. Si un seul ballast ne résiste pas, l'essai doit être répété en utilisant trois autres ballasts qui doivent tous être conformes aux prescriptions de l'essai.

- e) Rated supply current range for the maximum permissible lamp load and for the rated voltage range.

Note. — Ballasts designed to operate various numbers and ratings of lamps draw different supply currents at the same supply voltage according to the constitution of their load.

- f) Rated wattage and, if necessary, the designation of the type(s) of lamp for which the ballast is designed. If the ballast is to be used with more than one lamp, the number and wattages of each lamp are to be indicated.
- g) Rated operating frequency (at design voltage with lamp operating).
- h) Open-circuit voltage and voltage to earth if this is greater.

3.2 Non-mandatory

In addition, the following information may either be marked or made available by the manufacturer.

- a) Design voltage. This value should be 80% to 95% of the maximum value of the rated voltage range.
- b) Ballast lumen factor (%).
- c) Heat sink(s) required additional to ballast.
- d) Maximum permissible case temperature, and position of measurement.
- e) Whether the ballast is suitable for use only on battery supplies not having trickle or intermittent re-charging circuits.
- f) Whether the ballast is proof against supply voltage polarity reversal.
- g) If applicable, symbol for earthing terminal.

4. General requirements

Ballasts shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings. Capacitors and other components complying with the requirements of the relevant IEC publications for those components and not requiring additional protection shall not be subjected to further testing or appraisal as part of the ballast. Those components which rely upon the construction of the ballasts for electrical and mechanical safety shall be tested in accordance with the relevant clauses of this standard. Compliance for ballasts and other elements is checked by carrying out all the tests specified.

5. General notes on tests

5.1 The tests are type tests.

5.2 The tests shall be carried out in the order of the clauses unless otherwise specified.

5.3 The type tests shall be carried out on one sample consisting of one or more items submitted for the purpose of the type tests.

Note. — Certain countries require three ballasts to be tested and in such cases, if more than one ballast fails, the type is rejected. If one ballast fails, the test shall be repeated using three other ballasts and all of these shall comply with the test requirements.

6. Caractéristiques de fonctionnement

Pour les ballasts dont la construction ne permet pas l'application des conditions d'essai prévues aux paragraphes 6.1 et 6.2, il n'existe pas actuellement de caractéristiques.

Les essais seront effectués dans les conditions spécifiées à l'annexe A.

Pour un essai de type, un seul échantillon est prévu.

Note. — Pour les ballasts transistorisés destinés à l'éclairage de secours non permanent, des modifications aux prescriptions des paragraphes 6.1 à 6.6 inclus sont à l'étude afin de permettre un allègement des prescriptions relatives à la durée de vie de la lampe.

6.1 Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe

Alimenté sous une tension quelconque comprise dans la plage nominale de tensions, le ballast fournira une tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe, telle que:

- sa valeur efficace soit au moins égale à la valeur indiquée à la troisième colonne du tableau I;
- sa valeur de crête ne dépasse pas la valeur indiquée à la quatrième ou cinquième colonne du tableau I, si applicable;
- si un dispositif d'amorçage est utilisé, la tension de crête minimale d'une extrémité de la lampe jusqu'au dispositif d'amorçage soit au moins égale à la valeur indiquée à la sixième colonne du tableau I.

Si le ballast comporte des circuits en parallèle alimentant chacun une lampe, les exigences précédentes devront être satisfaites pour chacune des lampes, indépendamment du nombre de lampes en service.

Les lampes qui fonctionnent avec un ballast transistorisé satisfaisant à la présente norme doivent avoir une aide à l'amorçage. Celle-ci répondra aux spécifications de la Publication 81 de la CEI, sauf que, dans le cas de lampes dont le diamètre du tube n'excède pas 16 mm, l'aide à l'amorçage sera disposée à 7 mm de la lampe.

TABLEAU I

Tension à circuit ouvert pour lampes à cathodes de forte ou de faible résistance

Puissance nominale de la lampe (W)	Dimensions nominales de la lampe (mm)	Tension à circuit ouvert aux bornes de la lampe			Tension entre une borne de la lampe et l'électrode d'aide à l'amorçage
		Valeur efficace minimale (V)	Valeur de crête maximale V		Valeur de crête minimale (V)
			Onduleur symétrique	Onduleur asymétrique	
6	224 × 15	100	550	700	290
8	300 × 15	100	550	700	290
13	525 × 15	200	550	700	290
15 (T8)	450 × 25	180	550	700	260
20	590 × 38	180	550	700	260
30 (T8)	900 × 25	205	550	700	300
30 (T12)	900 × 38	200	550	700	290
40	1 200 × 38	205	550	700	300

6. Performance requirements

For ballast designs where the test conditions of Sub-clauses 6.1 and 6.2 cannot be applied, there is no requirement at present.

Tests shall be made under the conditions specified in Appendix A.

For type testing, one sample shall be taken.

Note. — For transistorized ballasts, for non-maintained emergency lighting, modifications of the requirements of Sub-clauses 6.1 up to and including 6.6, to permit relaxed lamp life requirements, are under consideration.

6.1 Open-circuit voltage at terminations of lamp

A ballast when operated at any voltage within its rated voltage range shall provide an open-circuit voltage at the lamp termination such that:

- the minimum r.m.s. voltage across the lamp is at least that shown in the third column of Table I;
- the peak voltage across the lamp does not exceed that shown in the fourth or fifth column of Table I, as applicable;
- if a starting aid is used, the minimum peak voltage from one end of the lamp to the starting aid is at least that shown in the sixth column of Table I.

When ballasts are designed to operate lamps in parallel circuits, the relevant requirements shall be met for each separate lamp, independent of the number of inserted lamps.

Lamps operated with transistorized ballasts complying with this standard shall have a starting aid as specified in IEC Publication 81, except in the case of lamps with bulb diameter 16 mm maximum where the starting aid shall be positioned 7 mm from the lamp.

TABLE I

Open-circuit voltage for lamps with either high or low resistance cathodes

Rated lamp wattage (W)	Nominal dimensions (mm)	Open-circuit voltage at lamp terminations			Voltage to starting aid
		Minimum (V r.m.s.)	Maximum (V peak)		Minimum (V peak)
			Symmetrical inverter	Asymmetrical inverter	
6	224 × 15	100	550	700	290
8	300 × 15	100	550	700	290
13	525 × 15	200	550	700	290
15 (T8)	450 × 25	180	550	700	260
20	590 × 38	180	550	700	260
30 (T8)	900 × 25	205	550	700	300
30 (T12)	900 × 38	200	550	700	290
40	1 200 × 38	205	550	700	300

Au cours des essais, les cathodes des lampes sont remplacées chacune par une résistance dont la valeur est en conformité avec celle du tableau II.

Note. — Les valeurs maximales du tableau I sont supérieures à celles qui sont recommandées dans la Publication 81 de la CEI, cela du fait de l'accroissement de la plage des tensions d'alimentation; la durée de vie utile des lampes peut en être diminuée.

TABLEAU II

Résistances équivalentes des cathodes

Puissance nominale de la lampe (W)	Valeurs recherchées	
	Pour lampes à cathodes de faible résistance (Ω)	Pour lampes à cathodes de forte résistance (Ω)
6	9	65
8	9	65
13	9	65
15 (T8)	9	22
20	9	19
30 (T8)	9	22
30 (T12)	9	19
40	9	19

6.2 Conditions de préchauffage

6.2.1 Tensions minimales aux bornes des cathodes

Alimenté sous une tension quelconque comprise dans la plage nominale de tensions et une résistance de la valeur indiquée au tableau II étant substituée à chaque cathode, le ballast fournira aux bornes de chacune de ces résistances une tension de valeur efficace d'au moins 3,05 V pour les lampes à cathodes de faible résistance et d'au moins 6,5 V pour les lampes à cathodes de forte résistance.

6.2.2 Tensions maximales aux bornes des cathodes

a) Ballasts pour lampes à cathodes de faible résistance

Alimenté sous une tension quelconque comprise dans la plage nominale de tensions et une résistance de la valeur indiquée au tableau II étant substituée à chaque cathode, le ballast fournira aux bornes de chacune de ces résistances une tension dont la valeur efficace n'excédera pas 6,5 V.

b) Ballasts pour lampes à cathodes de forte résistance

Alimenté sous une tension quelconque comprise dans la plage nominale de tensions et une résistance de la valeur indiquée au tableau II étant substituée à chaque cathode, le ballast fournira aux bornes de chacune de ces résistances une tension dont la valeur efficace n'excédera pas 11,0 V.

Toutefois, au cas où la tension dépasserait soit 6,5 V, soit 11,0 V, le ballast ne serait pas rejeté s'il satisfait à l'épreuve complémentaire suivante: les résistances de substitution des cathodes ont les valeurs indiquées à la deuxième colonne du tableau III et, lorsque le ballast est alimenté sous une tension quelconque comprise dans la plage nominale de tensions, le courant traversant ces résistances ne doit pas excéder la valeur appropriée indiquée à la troisième colonne de ce tableau III.

During these tests, each lamp cathode shall be replaced by a resistor having a value in accordance with Table II.

Note. — The maximum values in Table I are higher than those recommended in IEC Publication 81, because of the greater voltage range of the supply voltage; this may lead to a decreased lamp life performance.

TABLE II
Dummy cathode resistors

Rated lamp wattage (W)	Objective resistance	
	For lamps with low- resistance cathodes (Ω)	For lamps with high- resistance cathodes (Ω)
6	9	65
8	9	65
13	9	65
15 (T8)	9	22
20	9	19
30 (T8)	9	22
30 (T12)	9	19
40	9	19

6.2 Pre-heat conditions

6.2.1 Minimum voltage across lamp cathode

With a resistor of the objective value specified in Table II substituted for each lamp cathode and when operated at any voltage within the rated voltage range, the ballast shall deliver a voltage at each resistor of at least 3.05 V r.m.s. for low-resistance cathode lamps and of at least 6.5 V r.m.s. for high-resistance cathode lamps.

6.2.2 Maximum voltage across lamp cathode

a) Ballasts for lamps with low-resistance cathodes

With a resistor of the objective value specified in Table II substituted for each lamp cathode and when operated at any voltage within the rated voltage range, the ballast shall deliver a voltage at each resistor not exceeding 6.5 V r.m.s.

b) Ballasts for lamps with high-resistance cathodes

With a resistor of the objective value specified in Table II substituted for each lamp cathode and when operated at any voltage within the rated voltage range, the ballast shall deliver a voltage at each resistor not exceeding 11.0 V r.m.s.

However, in those cases where the voltage does exceed either 6.5 V or 11.0 V, a regulation check shall be made using a resistor of the value specified in the second column of Table III substituted for each lamp cathode and when the ballast is operated at any voltage within its rated voltage range, the current passed by each resistor shall not exceed the appropriate value shown in the third column of Table III.

TABLEAU III

Résistances de substitution

Puissance nominale de la lampe (W)	Résistances de substitution des cathodes pour l'épreuve complémentaire (Ω)	Valeur efficace maximale du courant dans ces résistances (A)
6	31	0,34
8	31	0,34
13	31	0,34
15 (T8)	16	0,65
20	14	0,76
30 (T8)	14	0,76
30 (T12)	12	0,88
40	12	0,88

6.3 *Courant fourni à la lampe et flux lumineux*

Le ballast doit limiter le courant d'arc fourni à une lampe de référence à une valeur n'excédant pas 125% de celui fourni à la même lampe fonctionnant avec un ballast de référence. Le ballast soumis à l'essai doit fonctionner à sa tension de référence et le ballast de référence approprié doit fonctionner à sa tension nominale et à sa fréquence nominale, conformément aux annexes B et C, respectivement.

Dans les mêmes conditions, le rapport des flux lumineux obtenus ne doit pas être inférieur au facteur provenant du flux lumineux du ballast.

Note. — Les mesures peuvent être effectuées en utilisant n'importe quel schéma d'essai approprié tel que celui représenté à la figure 1, page 44.

6.4 *Courant d'alimentation*

Sous la tension de référence, le courant d'alimentation ne doit pas différer de plus de $\pm 15\%$ de la valeur marquée sur le ballast lorsque ce dernier alimente une lampe de référence.

Dans les mêmes conditions, mais en insérant en série une résistance non inductive additionnelle à l'entrée du ballast, le courant alternatif prélevé à l'alimentation ne comportera pas de composante alternative supérieure, en valeur efficace, à 10% de la valeur continue. La résistance sera telle que la chute de tension qu'elle occasionne n'excédera pas 2% de la tension de référence.

6.5 *Courant maximal aux entrées de cathodes*

En fonctionnement normal avec une lampe de référence et avec le ballast sous une tension d'alimentation égale à la limite supérieure de la plage nominale de tensions, le courant circulant dans l'un quelconque des quatre conducteurs aboutissant aux entrées de cathodes ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau IV.

TABLE III

Regulation check resistors

Rated lamp wattage (W)	Regulation check resistors objective resistance (Ω)	Maximum current in regulation check resistor (A r.m.s.)
6	31	0.34
8	31	0.34
13	31	0.34
15 (T8)	16	0.65
20	14	0.76
30 (T8)	14	0.76
30 (T12)	12	0.88
40	12	0.88

6.3 *Lamp current and luminous flux*

The ballast shall limit the arc current delivered to a reference lamp to a value not exceeding 125% of that delivered to the same lamp when operated with a reference ballast. The ballast under test shall be operated at its design voltage and the appropriate reference ballast shall be operated at its rated voltage and frequency in accordance with Appendices B and C respectively.

Under the same conditions, the ratio of the luminous flux shall be not less than that derived from the ballast lumen factor.

Note. — Any test circuit corresponding to that of Figure 1, page 44, can be used to make the measurements.

6.4 *Supply current*

At the design voltage, the supply current shall differ by not more than $\pm 15\%$ from the value marked on the ballast when the latter is operated with a reference lamp.

Under the same conditions, and with the addition of a non-inductive resistor in series with the input to the ballast, any r.m.s. alternating current component of the d.c. input current shall not exceed 10%. The d.c. voltage drop in the resistor shall not exceed 2% of the design voltage.

6.5 *Maximum current in any lead to a cathode*

With an appropriate reference lamp in circuit and with the ballast in normal operation and at a supply voltage equal to the maximum of the rated voltage range, the current flowing in any one of the four leads to the cathode terminations shall not exceed the value indicated in Table IV.

TABLEAU IV

*Courant maximal aux entrées de cathodes
(cathodes de faible et de forte résistance)*

Puissance nominale de la lampe (W)	Courant maximal aux entrées de cathodes (A)
6	0,28
8	0,25
13	0,29
15 (T8)	0,55
20	0,65
30 (T8)	0,63
30 (T12)	0,75
40	0,75

6.6 *Forme d'onde du courant fourni à la lampe*

La forme d'onde du courant fourni en régime à une lampe de référence associée au ballast alimenté sous la tension de référence sera telle que le rapport maximal de la valeur de crête à la valeur efficace ne dépasse pas 1,7.

6.7 *Endurance*

Le ballast sera monté conformément aux instructions du fabricant (y compris le radiateur si celui-ci est spécifié) et il sera mis en fonctionnement avec une ou des lampes appropriées à la tension maximale de la plage nominale de tensions. Il sera placé dans une température ambiante t °C telle que la température maximale admise pour l'enveloppe soit atteinte (voir le point *d*) du paragraphe 3.2).

La température ambiante sera alors ajustée à $t_{\min} = (t - 5) \pm 2$ °C pendant 1 h et ensuite à $t_{\max} = (t + 10) \pm 2$ °C pendant 1 h également; ce cycle sera exécuté cinq fois.

A l'issue du cinquième cycle, la température ambiante sera maintenue à $t_{\max}$ jusqu'à ce qu'une période totale d'essai se soit écoulée. A l'issue de l'épreuve et après retour à la température ambiante, le ballast ne doit présenter aucune détérioration mettant en jeu la sécurité.

La période totale d'essai est comme suit:

Pour les ballasts d'éclairage de secours du type permanent: 500 h
Pour tous les autres ballasts: 200 h

Tous les ballasts marqués pour l'éclairage de secours doivent réamorcer et faire fonctionner les lampes à la tension de référence du ballast.

6.8 *Perturbations radioélectriques*

Pas de prescriptions actuellement.

6.9 *Bruit (acoustique)*

Pas de prescriptions actuellement.

7. Règles de sécurité

Les essais seront effectués dans les conditions spécifiées à l'annexe A.

TABLE IV

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

Rated lamp wattage (W)	Maximal current in any lead to a cathode (A)
6	0.28
8	0.25
13	0.29
15 (T8)	0.55
20	0.65
30 (T8)	0.63
30 (T12)	0.75
40	0.75

6.6 Lamp operating current wave-shape

The waveform of the current supplied in the steady state to a reference lamp, associated with a ballast supplied at its design voltage, shall be such that the maximum ratio of peak value to root-mean-square (r.m.s.) value shall not exceed 1.7.

6.7 Endurance

The ballast shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions (including heat sink, if specified) and operated in association with an appropriately rated lamp(s) at the maximum voltage of the rated voltage range, and in an ambient temperature t °C, such that the maximum permissible case temperature is reached (see Item *d*) of Sub-clause 3.2).

The ballast shall then be operated in an ambient temperature which shall be varied from $t_{\min} = (t - 5) \pm 2$ °C to $t_{\max} = (t + 10) \pm 2$ °C; $t_{\max}$ and $t_{\min}$ shall be maintained for 1 h.

After five such cycles, the ambient temperature shall be maintained at $t_{\max}$ until a total test period has passed. At the end of this time, and after cooling to room temperature, the ballast shall not show any deterioration impairing safety.

The total test period shall be as follows:

For ballasts for maintained emergency lighting: 500 h
For all other ballasts: 200 h

All ballasts marked for emergency lighting use shall restart and operate the lamps at the design voltage of the ballast.

6.8 Radio interference

No requirements at present.

6.9 Acoustic noise

No requirements at present.

7. Safety requirements

Tests shall be made under the conditions specified in Appendix A.

7.1 Tensions d'impulsion

7.1.1 Ballasts transistorisés prévus pour fonctionner sur des sources de tension à l'abri de phénomènes transitoires ou de surtension telles que des batteries non reliées à des circuits de recharge (équipements de loisir, caravanes, etc.)

Alimenté sous une tension égale à la valeur maximale de la plage nominale de tensions et associé au nombre approprié de lampes, le ballast, placé à une température ambiante de 25 °C, doit supporter sans défaillance l'application de tensions d'impulsion superposées à la tension d'alimentation, et de même polarité, telles qu'elles sont spécifiées au tableau Va.

TABLEAU Va

Tensions d'impulsion

Nombre d'impulsions	Tension d'impulsion		Intervalle entre impulsions (s)
	Valeur de crête (V)	Largeur de l'impulsion à mi-hauteur (ms)	
3	Egale à la tension de référence	10	2

7.1.2 Ballasts transistorisés prévus pour fonctionner sur des sources de tension exposées à des phénomènes transitoires et à des surtensions (cas, par exemple, des véhicules automobiles)

Les prescriptions d'essai sont subdivisées en deux parties a) et b) qui sont toutes deux applicables.

a) *Tensions d'impulsions de longue durée qui, en général, ne sont guère exposées à être sensiblement affaiblies par des filtres d'entrée du type classique à inductance/capacité*

Alimenté sous une tension égale à la valeur maximale de la plage nominale de tensions et associé au nombre approprié de lampes, le ballast, placé à une température ambiante de 25 °C, doit supporter sans défaillance l'application de tensions d'impulsion superposées à la tension d'alimentation, et de même polarité, telles qu'elles sont spécifiées au tableau Vb.

TABLEAU Vb

Tensions d'impulsion de longue durée

Nombre d'impulsions	Tension d'impulsion			Intervalle entre impulsions (s)
	Valeur de crête (V)	Largeur de l'impulsion (ms)	Temps de montée (µs)	
3	A l'étude	500	5 (max.)	2

Note. — La manière dont les valeurs figurant dans ce tableau ont été établies est indiquée à l'annexe D.

La figure 3, page 46, représente un circuit d'essai approprié pour la production de tensions d'impulsions de longue durée.

7.1 Pulse voltages

7.1.1 Transistorized ballasts intended for operation from transient and surge free power sources for example leisure market, use in caravans etc., operated directly from batteries without charging equipment

When operating at the maximum voltage of the rated voltage range in association with the appropriate number of lamps and in an ambient temperature of 25 °C, the ballast shall withstand, without failing, a number of pulse voltages as given in Table Va superimposed, with the same polarity, on the supply voltage.

TABLE Va

Pulse voltages

Number of voltage pulses	Pulse voltage		Period between each pulse (s)
	Peak value (V)	Pulse width at half-peak (ms)	
3	Equal to design voltage	10	2

7.1.2 Transistorized ballasts intended for operation from power sources likely to have attendant transients and surges, for example commercial and public transport vehicles

The test is sub-divided into two sections *a)* and *b)*, both of which are applicable.

a) Long duration pulse voltages which, in general, are not likely to be significantly attenuated by conventional inductor/capacitor input filters

When operating at the maximum voltage of the rated voltage range, in association with the appropriate number of lamps and in an ambient temperature of 25 °C, the ballast shall withstand, without failing, a number of pulse voltages as given in Table Vb superimposed, with the same polarity, on the supply voltage.

TABLE Vb

Long duration pulse voltages

Number of voltage pulses	Pulse voltage			Period between each pulse (s)
	Peak value (V)	Pulse width (ms)	Pulse voltage rise time (μs)	
3	Under consideration	500	5 (max.)	2

Note. — The derivation of the values in the above table is explained in Appendix D.

A circuit suitable for producing and applying long duration pulses is shown in Figure 3, page 46.

- b) *Tensions d'impulsion de courte durée qui, en général, sont exposées à être affaiblies par des filtres d'entrée du type classique à inductance/capacité*

Alimenté sous une tension égale à la valeur maximale de la plage nominale de tensions et associé au nombre approprié de lampes, le ballast, placé à une température ambiante de 25 °C, doit supporter sans défaillance l'application du nombre de tensions d'impulsion superposées à la tension d'alimentation, et de même polarité, telles qu'elles sont spécifiées au tableau Vc.

TABLEAU Vc

Tensions d'impulsion de courte durée

(10 µs ou moins)

Nombre d'impulsions	Tension d'impulsion		Intervalle entre impulsions (s)
	Valeur de crête (V)	Energie des impulsions (mJ)	
3	Huit fois la tension de référence	1	1

Note. — La manière dont les valeurs figurant dans ce tableau ont été établies est indiquée à l'annexe D.

Les figures 4 et 5, pages 48 et 50, représentent des circuits appropriés à la mesure de l'énergie des impulsions et convenant à la production et à l'application de tensions d'impulsion de courte durée.

7.2 Conditions anormales

7.2.1 Enlèvement de la ou des lampes

Au cours du fonctionnement du ballast alimenté sous une tension égale à la valeur maximale de sa plage nominale de tensions et en association avec une ou des lampes appropriées, la ou les lampes seront enlevées et le ballast, toujours alimenté, sera maintenu en cet état pendant 1 h. Après cette période, la ou les lampes seront remises en circuit et elles devront s'amorcer et fonctionner normalement.

7.2.2 Lampe(s) ne s'amorçant pas (avec cathodes électriquement intactes)

Avec une résistance équivalente appropriée conforme au tableau II substituée à chaque cathode de la ou des lampes, le ballast sera alimenté durant 1 h sous une tension égale à la valeur maximale de sa plage nominale de tensions. A l'issue de cette période, les résistances seront enlevées et une ou des lampes appropriées seront remises en circuit; elles devront s'amorcer et fonctionner normalement.

7.2.3 Inversion de polarité

Lorsqu'un ballast est déclaré pouvoir supporter l'inversion de polarité de sa tension d'alimentation, il sera essayé comme suit:

- a) Les ballasts prévus pour fonctionner sur des sources de tension à l'abri de phénomènes transitoires ou de surtensions (voir paragraphe 7.1.1) seront alimentés pendant 1 h sous une tension de polarité inversée égale à la valeur maximale de la plage nominale de tensions et avec des lampes appropriées. A l'issue de cette période, la tension sera appliquée avec sa polarité correcte et la ou les lampes devront s'amorcer et fonctionner normalement.

- b) *Short duration pulse voltages which, in general, are likely to be attenuated by conventional inductor/capacitor input filters*

When operating at the maximum voltage of the rated voltage in association with the appropriate number of lamps and in an ambient temperature of 25 °C, the ballast shall withstand, without failing, a number of pulse voltages as given in Table Vc superimposed, with the same polarity, on the supply voltage.

TABLE Vc

Short duration pulse voltages
(10 µs or less)

Number of voltage pulses	Pulse voltage		Period between each pulse (s)
	Peak value (V)	Pulse energy (mJ)	
3	Eight times design voltage	1	1

Note. — The derivation of the values in the above table is explained in Appendix D.

Suitable circuits for measuring pulse energy and for producing and applying short duration pulses are shown in Figures 4 and 5, pages 48 and 50.

7.2 *Abnormal conditions*

7.2.1 *Removal of lamp(s)*

During operation of the ballast at the maximum value of its rated voltage range and in association with an appropriate lamp(s), the lamp(s) shall be disconnected for 1 h from the ballast without switching off the supply voltage. At the end of this period, the lamp(s) shall be reconnected and shall start and operate normally.

7.2.2 *Lamp(s) failing to start (cathodes intact electrically)*

With an appropriate dummy cathode resistor according to Table II connected in place of each lamp cathode, the ballast shall be operated at the maximum value of its rated voltage range for 1 h. At the end of this period, the resistor shall be removed and an appropriate lamp(s) shall be connected and shall start and operate normally.

7.2.3 *Polarity reversal*

When a ballast is declared to be proof against supply voltage polarity reversal it shall be tested as follows:

- a) Ballasts intended for operation from transient and surge-free power sources (see Sub-clause 7.1.1) shall be operated with reverse voltage for 1 h, at the maximum voltage of the rated voltage range and with appropriate lamp(s). At the end of this period the supply shall be connected correctly and the lamp(s) shall start and operate normally.

- b) Les ballasts prévus pour fonctionner sur des sources de tension exposées à des phénomènes transitoires ou à des surtensions (voir paragraphe 7.1.2) seront alimentés pendant 1 h sous une tension de polarité inversée égale à la valeur maximale de la plage nominale de tensions et avec des lampes appropriées. Durant cette période, le ballast doit supporter sans défaillance l'application du nombre de tensions d'impulsion superposées à la tension d'alimentation et de même polarité telles qu'elles sont spécifiées au tableau Vc. A l'issue de cette période, la tension sera appliquée avec sa polarité correcte et la ou les lampes devront s'amorcer et fonctionner normalement.

7.3 Bornes pour connexions extérieures

Les bornes du type à vis, quand elles existent, doivent répondre aux prescriptions suivantes:

Les bornes doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections suivantes:

- bornes pour les conducteurs d'alimentation: 0,75 mm² à 2,5 mm²;
- bornes pour les autres conducteurs externes: 0,5 mm² à 1,5 mm².

Les bornes à vis doivent être fixées de sorte qu'elles n'aient pas de jeu lors du serrage ou du desserrage des moyens de fixation. Les conducteurs internes ne doivent pas être soumis à des tensions et les lignes de fuite et distances dans l'air ne doivent pas être réduites en dessous des valeurs spécifiées au paragraphe 7.5.

Les bornes à vis doivent être conçues en prenant des dispositions pour que le conducteur soit fixé entre deux surfaces métalliques et que celles-ci permettent que le raccordement soit réalisé avec une pression suffisante sans endommager le conducteur.

Un conducteur est considéré comme endommagé s'il présente de profondes incisions ou du cisaillement.

Toute borne pour les conducteurs externes doit être placée de sorte que, lorsque le raccordement des conducteurs est correctement fait, 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.

Toutes les bornes externes doivent être placées de sorte que les conducteurs puissent être facilement introduits et raccordés et aussi que le capot, s'il en existe un, puisse être fixé sans risquer d'endommager les conducteurs.

Les bornes doivent être conçues de façon que l'âme du conducteur ne puisse pas s'échapper lors du serrage de la vis. De plus, elles doivent permettre le raccordement des conducteurs sans préparation spéciale (telle que soudage des brins de l'âme, utilisation de cosses, confection d'œilletons, etc.).

Les prescriptions pour des bornes sans vis sont celles qui figurent dans la section quinze de la Publication 598 de la CEI: Luminaires.

7.4 Disposition en vue de la mise à la terre

La borne de terre (si elle existe) doit être telle que le raccordement s'y fasse au moyen de vis sans risque de desserrage; elle doit être placée au voisinage des bornes du réseau, aussi près que possible, et doit être marquée d'une façon claire et indélébile du symbole $\perp$.

Ce symbole ne doit pas être porté sur les vis, joints amovibles ou autres parties facilement amovibles. La borne de terre doit aussi être en contact électrique effectif avec toutes les parties métalliques exposées et doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 7.3. Le métal de la borne de terre doit être tel qu'il n'y ait pas de risque de corrosion au contact du cuivre du fil de terre.

- b) Ballasts intended for operation from power sources likely to have attendant transients and surges (see Sub-clause 7.1.2) shall be operated with reverse voltage for 1 h at the maximum voltage of the rated voltage range and with appropriate lamp(s). During this period the ballasts shall withstand, without failing, a number of pulse voltages as specified in Table Vc superimposed, with the same polarity, on the supply voltage. After these tests the supply shall be connected correctly and the lamps shall start and operate normally.

7.3 *Terminals for external wiring*

When screw type terminals are provided, they shall comply with the following requirements:

Terminals shall permit the connection of conductors having the following cross-sectional areas:

- terminals for supply wires: 0.75 mm² to 2.5 mm²;
- terminals for other external wires: 0.5 mm² to 1.5 mm².

Screw terminals shall be so fixed that when the clamping means are tightened or loosened, they will not work loose. Internal conductors shall not be subject to stress, and creepage distances and clearances shall not be reduced below the values specified in Sub-clause 7.5.

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 will be considered to be damaged if it shows deep incisions or shearing.

Any 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.

All external 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.

Terminals shall be so designed that the conductor cannot slip out when the screw is tightened. Furthermore, they shall allow a wire to be connected without special preparation (such as the soldering of the strands of the conductor, use of cable lugs, formation of eyelets, etc.).

Requirements for screwless terminals shall be in accordance with Section Fifteen of IEC Publication 598: Luminaires.

7.4 *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 main terminals in the most convenient position as close to the terminals as possible and its function shall be clearly and durably marked with the symbol $\perp$.

This symbol shall not be placed on screws, removable washers or other easily removable parts. It shall also be in effective electrical contact with all exposed metal parts and comply with the requirements of Sub-clause 7.3. The metal of the earthing terminal shall be such that no corrosion shall occur resulting from contact with the copper of the earthing conductor.

La vis ou le reste de la borne de terre devra être en laiton ou en un autre métal ne s'oxydant pas et la surface des contacts devra être en métal nu. Si le fer est utilisé, une protection efficace contre les corrosions doit être utilisée. Les vis des bornes de terre ne doivent pouvoir être desserrées qu'à l'aide d'un outil.

Note. — Dans certains cas, une aide à l'amorçage adjacente à la ou aux lampes est reliée à l'une des bornes de sortie, mais elle n'est pas reliée à la terre du côté de l'alimentation.

7.5 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 au tableau VI.

A l'exception des plaquettes de circuits imprimés qui ne sont pas soumises aux exigences de ce paragraphe, les lignes de fuite et distances dans l'air qui sont inférieures aux valeurs du tableau VI doivent être tour à tour court-circuitées. Dans ces conditions, la sécurité ne doit pas être mise en jeu.

Note. — Les lignes de fuite sont mesurées le long de la surface externe des isolants.

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

Une distance de moins de 1 mm ne doit pas être prise en considération pour l'évaluation de la distance totale dans l'air.

TABLEAU VI

Lignes de fuite et distances dans l'air

Tension de service	Jusqu'à 34 V inclus (mm)	Au-dessus de 34 V et jusqu'à 250 V inclus (mm)	Au-dessus de 250 V et jusqu'à 500 V inclus (mm)
<i>Lignes de fuite et distances dans l'air:</i>			
1. Entre parties sous tension de polarités différentes	2	3 (2)	5 (3)
2. Entre parties sous tension et parties métalliques accessibles fixées à demeure au ballast, y compris les vis ou dispositifs pour la fixation des enveloppes ou la fixation du ballast sur son support	2	4 (2)	6 (3)
<i>Distances dans l'air:</i>			
3. Entre parties sous tension et un plan d'appui ou une enveloppe métallique amovible éventuelle, si la construction ne garantit pas que les valeurs du point 2 ci-dessus sont maintenues dans les cas les plus défavorables	2	6	10

Notes 1. — Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux lignes de fuite et distances dans l'air complètement protégées contre la poussière. Il n'y a pas lieu de relever les distances dans les enveloppes hermétiques ou remplies de matière isolante.

2. — La tension de service doit être la valeur la plus élevée de la tension continue ou de la valeur efficace de la tension alternative qui peut se présenter en fonctionnement avec la lampe ou à circuit ouvert en négligeant toutefois les phénomènes transitoires.

Une enveloppe métallique doit être garnie intérieurement d'un revêtement isolant si, en l'absence de ce revêtement, les lignes de fuite ou les distances dans l'air entre parties sous tension et l'enveloppe sont inférieures à la valeur prescrite ci-dessus.

The screw or the other parts of the earthing terminal shall be made of brass or other non-rusting material and the contact surfaces shall be bare metal. If iron parts are used, corrosion of these parts shall be prevented. It shall not be possible to loosen the earthing terminal screw without the aid of a tool.

Note. — In some instances, starting aids adjacent to the lamp(s), are connected to one of the output terminals but are not connected to the earth on the supply side.

7.5 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances shall be not less than the values given in Table VI.

With the exception of printed wiring boards (print plates) which are exempt from the requirements of this sub-clause, each of the creepage distances and clearances which are less than those given in Table VI shall be short-circuited in turn. Under these conditions safety shall not be impaired.

Note. — Creepage distances are measured along the external surface of the insulating material.

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

Any air-gap of less than 1 mm shall ignored in computing the total clearance.

TABLE VI
Creepage distances and clearances in air

Working voltage	Up to and including 34 V (mm)	Above 34 V up to and including 250 V (mm)	Above 250 V up to and including 500 V (mm)
<i>Creepage distance and clearance:</i>			
1. Between live parts of different polarity	2	3 (2)	5 (3)
2. Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the ballast, including screws or devices for fixing covers or fixing the ballast to its support	2	4 (2)	6 (3)
<i>Clearance:</i>			
3. 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 Item 2 above are maintained under the most unfavourable circumstances	2	6	10

Notes 1. — The values between brackets apply to creepage distances and clearances completely protected against dust. Completely sealed-off or compound-filled distances are not checked.

2. — The working voltage is the highest d.c. or r.m.s. voltage which may occur across any insulation, transients being neglected, in open-circuit conditions or during lamp operations.

A metal cover shall have an insulating lining if, in the absence of such a lining, the creepage distances or clearances between the live parts and the enclosure are smaller than the value specified above.

7.6 Protection contre le toucher

L'enveloppe des ballasts indépendants ne doit pas présenter d'ouvertures donnant accès aux parties sous tension autres que les ouvertures nécessaires à l'usage et au fonctionnement du ballast.

En outre, lorsqu'ils sont installés comme en usage normal, les ballasts doivent être construits de façon que soit garantie une protection suffisante contre le toucher des parties sous des tensions supérieures à 50 V par rapport à la terre.

Le vernis ou l'émail ne sont pas considérés comme une protection ou une isolation efficaces 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 démonter sans l'aide d'un outil.

Le contrôle s'effectue par inspection et, si nécessaire, au moyen du doigt d'épreuve représenté par la figure 2, page 45. Il sera appliqué dans toutes les positions, au besoin avec une force de 30 N, et équipé d'un dispositif électrique décelant le contact avec des parties sous tension.

Il est recommandé, pour mettre en évidence l'indication de contact, d'utiliser une lampe dont la tension de service est d'au moins 40 V.

7.7 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement du ballast sera mesurée sous une tension continue d'environ 500 V appliquée pendant 1 min au plus:

- a) entre les bornes d'entrée reliées ensemble et toutes les parties métalliques accessibles, les bornes de sortie étant laissées à circuit ouvert;
- b) entre les bornes de sortie reliées ensemble et toutes les parties métalliques accessibles, les bornes d'entrée étant laissées à circuit ouvert.

Pour chacun de ces essais, la résistance d'isolement ne sera pas inférieure à 2 M Ω .

Dans le cas de ballasts possédant une connexion interne entre une ou plusieurs bornes de sortie et la borne de terre, l'essai doit être effectué en supprimant la connexion.

7.8 Essai de rigidité diélectrique

Le ballast doit résister à l'épreuve suivante: une tension alternative d'origine externe de $(2 U + 1\,000)$ V 50 Hz est appliquée pendant 1 min entre l'une quelconque des bornes de sortie et toutes les parties métalliques accessibles, les bornes d'entrée étant court-circuitées; tout condensateur de déparasitage qui serait branché entre le côté terre du circuit et l'enveloppe sera déconnecté. La tension d'essai doit être appliquée graduellement, mais rapidement.

Dans le cas de ballasts possédant une connexion interne entre une ou plusieurs bornes de sortie et la borne de terre, l'essai doit être effectué en supprimant la connexion.

7.6 *Protection against accidental contact*

The enclosure of independent ballasts shall not have any opening giving access to live parts other than those necessary for the use and working of the ballast.

In addition, ballasts shall be so constructed that when installed as in normal use, they are sufficiently protected against accidental contact with live parts having voltages with respect to earth greater than 50 V.

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 aid of a tool.

Compliance shall be checked by inspection and, if necessary, by a test with the standard test finger shown in Figure 2, page 45. This finger shall be applied in every position, if necessary with a force of 30 N. An electrical indicator is used to show contact with live parts.

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

7.7 *Insulation resistance*

The insulation resistance of the ballast shall be measured with an applied voltage of approximately 500 V d.c. for not more than 1 min as follows:

- a) between the input terminals bonded together and all exposed metal parts—the output terminals being open-circuit;
- b) between the output terminals bonded together and all exposed metal parts, the input terminals being open-circuit.

The insulation resistance shall be not less than 2 M Ω in each test.

Where ballasts have an internal connection between one or more output terminals and the earth terminal, the connection shall be removed during this test.

7.8 *Electric strength test*

The ballast shall withstand the following test: an externally produced voltage of $(2 U + 1\,000)$ V a.c. 50 Hz shall be connected for 1 min between any one of the output terminals and all exposed metal parts, the input terminals shall be short-circuited and any built-in capacitor for radio interference suppression which is connected between the earth side of the system and the housing shall be disconnected. The test voltage shall be applied gradually but rapidly.

Where ballasts have an internal connection between one or more output terminals and the earth terminal, the connection shall be removed during this test.

ANNEXE A

ESSAIS

A1. Conditions générales d'essais

Les essais sont des essais de type. Un échantillon doit être soumis à tous les 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 de 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, le ballast en essai doit être alimenté sous sa tension de référence et le ballast de référence sous sa tension nominale et à sa fréquence nominale.

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

Sauf indication contraire, la tension d'alimentation et, le cas échéant, la fréquence pour les ballasts de référence 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.

c) Forme d'onde de la tension d'alimentation pour les ballasts de référence seulement

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.

A1.3 Effets magnétiques

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

A1.4 Montage et raccordement des lampes de référence

Afin 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. Pour autant que l'identification des bornes le permette, les lampes de référence devront être raccordées en maintenant les mêmes polarités que celles qui prévalaient lors du vieillissement.

A1.5 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 de chaque série d'essais.

APPENDIX A

TESTS

A1. General requirements

Tests are type tests. One sample shall be submitted to all tests.

A1.1 *Ambient temperature*

Tests 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 around the lamp shall be within the range 23 °C to 27 °C and shall vary by not more than 1 °C during the test.

A1.2 *Supply voltage and frequency*

a) *Test voltage and frequency*

Unless otherwise specified, the ballast to be tested shall be operated at its design voltage and the reference ballast at its rated voltage and frequency.

b) *Stability of supply and frequency*

Unless otherwise stated, the supply voltage and, where appropriate for the reference ballasts, the 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.

c) *Supply voltage waveform for reference ballasts only*

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

A1.3 *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.

A1.4 *Mounting and connection of reference lamps*

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. So far as the identification of ballast terminals will permit, reference lamps should be connected in circuit maintaining the polarity of the connections used during ageing.

A1.5 *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.

A1.6 *Caractéristiques des appareils de mesure*

a) Circuits de tension

Les circuits de tension des appareils de mesure branchés aux bornes d'une lampe ne doivent pas dériver un courant supérieur à 3% du courant nominal 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 telle que la chute de tension qu'ils provoquent ne dépasse pas 2% de la tension nominale de la lampe.

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

c) Mesure de la valeur efficace

Les appareils de mesure doivent être pratiquement exempts d'erreurs dues à la fréquence et à la distorsion de la forme de l'onde.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1992

A1.6 *Instrument characteristics*

a) Potential circuits

Potential circuits of instruments connected across the lamp shall not pass 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.

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

c) R.M.S. measurements

Instruments shall be essentially free from errors due to frequency and waveform distortion.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

ANNEXE B

BALLASTS DE RÉFÉRENCE

Lorsqu'ils sont mesurés conformément aux prescriptions relatives aux ballasts de référence données dans la Publication 82 de la CEI, les ballasts de référence auront les caractéristiques spécifiées tant dans cette publication que sur les feuilles appropriées de la Publication 81 de la CEI.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

APPENDIX B

REFERENCE BALLASTS

When measured in accordance with the requirements for reference ballasts given in IEC Publication 82, reference ballasts shall have those characteristics specified both in that publication and on the appropriate lamp data sheets in IEC Publication 81.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

ANNEXE C

LAMPES DE RÉFÉRENCE

La sélection des lampes de référence et les mesures requises à cet effet se feront conformément aux indications figurant dans la Publication 82 de la CEI et les caractéristiques des lampes répondront à celles qui figurent sur les feuilles appropriées de la Publication 81 de la CEI.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

APPENDIX C

REFERENCE LAMPS

Reference lamps shall be measured and selected as outlined in IEC Publication 82 and have the characteristics specified on the appropriate lamp data sheets in IEC Publication 81.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60458:1982

ANNEXE D

EXPLICATIONS CONCERNANT LA DÉRIVE DES VALEURS
DES TENSIONS D'IMPULSION DONNÉES AU PARAGRAPHE 7.1

D1. Le temps de montée des tensions d'impulsion de longue durée spécifié au tableau Vb est tel qu'il détermine l'excitation de choc du filtre d'entrée de l'onduleur en assurant les conditions les plus défavorables. Un temps de montée de $5 \mu\text{s}$ est inférieur à celui d'un filtre d'entrée très médiocre constitué au moyen d'une inductance et d'un condensateur-réservoir. (Si L et C sont respectivement les valeurs de ces deux éléments, le temps de montée T du filtre est alors donné par $T = \pi \sqrt{LC}$).

D2. La valeur de crête des tensions d'impulsion dont il est question au tableau Vb vaut X fois la tension de référence.

Pour des onduleurs dont la tension de référence est de 13 V ou de 26 V, la tension appliquée à l'onduleur sera

$$\begin{aligned}(13 \times X^*) + 15 \text{ (v.m.p.t.)} &= Y^* \text{ et} \\ (26 \times X^*) + 30 \text{ (v.m.p.t.)} &= Z^*\end{aligned}$$

v.m.p.t. = valeur maximale de la plage de tensions

* Les valeurs de X , Y , et Z sont à l'étude.

D3. La valeur de crête des tensions d'impulsion dont il est question au tableau Vc, vaut huit fois la tension de référence.

Pour des onduleurs dont la tension de référence est de 13 V et de 26 V, la tension appliquée à l'onduleur sera:

$$\begin{aligned}(13 \times 8) + 15 \text{ (v.m.p.t.)} &= 119 \text{ V et} \\ (26 \times 8) + 30 \text{ (v.m.p.t.)} &= 238 \text{ V}\end{aligned}$$

D4. Explications relatives au choix des éléments du circuit pour la mesure de l'énergie des impulsions de courte durée représentée à la figure 4, page 48.

La décharge doit être rendue apériodique afin que l'impulsion appliquée à la diode Zener soit unique. En conséquence, la résistance R doit être suffisamment grande pour s'assurer que:

- 1) L'effet de l'inductance du circuit, due au câblage, est rendu suffisamment faible, ce qui implique que la constante de temps L/R soit nettement plus petite que la constante de temps RC ;
- 2) le courant maximal (qui peut s'évaluer par $(V_{pk} - V_z)/R$) permet le bon fonctionnement de la diode Zener.

Par contre, cette même résistance R ne doit pas être trop grande, car il faut que l'impulsion reste de courte durée.

Avec une inductance totale L de $14 \mu\text{H}$ à $16 \mu\text{H}$ (comme indiqué dans les notes de la figure 5, page 50) et les valeurs de C indiquées ci-après, il apparaît que les conditions précédentes peuvent être remplies en adoptant des valeurs de R de l'ordre de 20Ω pour un onduleur dont la tension de référence est de 13 V et qui sont de l'ordre de 200Ω pour un onduleur dont la tension de référence serait de 110 V.

Il convient de noter qu'il n'est pas nécessaire d'insérer une autre inductance L dans le circuit de la figure 4.

APPENDIX D

EXPLANATION OF THE DERIVATION OF THE VALUES
OF PULSE VOLTAGES GIVEN IN SUB-CLAUSE 7.1

- D1. The voltage rise time of long duration pulse voltages specified in Table Vb is intended to shock excite the input filter of the inverter and produce a “worst case” effect. The time of 5 μ s is chosen to be less than the rise time of a very poor input filter ($T = \pi \sqrt{LC}$, L = input filter inductor, C = inverter filter/reservoir capacitor).

- D2. The peak pulse voltage in Table Vb is given as X times the design voltage

For 13 V and 26 V inverters this gives a voltage applied to the inverter as follows:

$$(13 \times X^*) + 15 \text{ (maximum of voltage range)} = Y^* \text{ and}$$

$$(26 \times X^*) + 30 \text{ (maximum of voltage range)} = Z^*$$

* The values of X , Y and Z are under consideration.

- D3. The peak pulse voltage in Table Vc is given as eight times the design voltage.

For 13 V and 26 V inverters, this gives a voltage applied to the inverter as follows:

$$(13 \times 8) + 15 \text{ (maximum of voltage range)} = 119 \text{ V, and}$$

$$(26 \times 8) + 30 \text{ (maximum of voltage range)} = 238 \text{ V}$$

- D4. Explanations referring to the choice of values for the components of the circuit for measuring pulse energy illustrated in Figure 4, page 48, are:

The discharge shall be made aperiodic in order that the Zener diode receives one pulse only. Consequently, the resistance R shall be sufficiently large to ensure that:

- 1) the influence of the self-inductance L of the circuit, due to the wiring, is sufficiently small; this implies that the time-constant L/R will be definitely smaller than the time constant RC ;
- 2) the maximum value of the current (which may be assessed by $(V_{pk} - V_Z)/R$) is compatible with the good operation of the Zener diode.

On the other hand, this resistance R should not be too large as the pulse has to remain short enough.

With a total inductance L of 14 μ H to 16 μ H (as indicated in the notes under Figure 5, page 50) and the values for C indicated below, it appears that the previous conditions may be fulfilled with values of R of the order of magnitude of 20 Ω for an inverter whose design voltage is 13 V rising to about 200 Ω for a design voltage of 110 V.

It should be noted that it is not necessary to insert a separate inductance L in the circuit of Figure 4.

Dans l'hypothèse d'une décharge apériodique, la valeur de la capacité C est liée à l'énergie E_z appliquée à la diode Zener (laquelle est introduite à la place de l'onduleur) et aux tensions en jeu par l'expression:

$$C = \frac{E_z}{(V_{pk} - V_z - V_{c_t})V_z}$$

où:

V_{pk} = tension initiale appliquée au condensateur C

V_z = tension de la diode Zener

V_{c_t} = tension finale du condensateur C_T

Désignons par:

V_d la tension de référence de l'onduleur à soumettre à l'essai;

V_{max} la valeur maximale de sa plage nominale de tensions (qui vaut au plus $1,25 V_d$);

on choisira:

$V_z = V_{max}$ (la meilleure approximation possible);

$V_{pk} = 8 V_d + V_{max}$

et, par ailleurs, V_{c_t} restera égale ou inférieure à 1 V.

Cette dernière condition permet, en pratique, de négliger cette tension V_{c_t} devant la différence $(V_{pk} - V_z)$ de sorte que l'on peut écrire;

$$C = \frac{E_z}{(V_{pk} - V_z) \cdot V_z}$$

Avec les valeurs indiquées ci-dessus pour les tensions et avec $E_z = 1 \text{ mJ}$, on aura:

$$C (\mu F) = \frac{125}{V_d - V_{max}}$$

D'autre part, une valeur minimale pour la capacité C_T se calcule à partir de:

$$E_z = C_T V_{c_t} V_z$$

et si l'on adopte 1 mJ pour E_c et 1 V pour V_{c_t} on en déduit:

$$C_T (\mu F) = \frac{1000}{V_{max}}$$

Au cas où l'on peut écrire $V_{max} = 1,25 V_d$, les valeurs des capacités C et C_T peuvent s'exprimer en fonction de la seule tension de référence V_d :

$$C (\mu F) = \frac{100}{(V_d)^2}$$

et

$$C_T (\mu F) = \frac{800}{V_d}$$