

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**AC and/or DC-supplied electronic control gear for tubular fluorescent lamps –
Performance requirements**

**Appareillages électroniques alimentés en courant alternatif et/ou continu pour
lampes tubulaires à fluorescence – Exigences de performances**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**AC and/or DC-supplied electronic control gear for tubular fluorescent lamps –
Performance requirements**

**Appareillages électroniques alimentés en courant alternatif et/ou continu pour
lampes tubulaires à fluorescence – Exigences de performances**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.140.30

ISBN 978-2-8322-2972-9

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**AC and/or DC-supplied electronic control gear for tubular fluorescent lamps –
Performance requirements**

**Appareillages électroniques alimentés en courant alternatif et/ou continu pour
lampes tubulaires à fluorescence – Exigences de performances**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General notes on tests	9
5 Marking	10
5.1 Mandatory marking.....	10
5.2 Additional mandatory Information	10
5.3 Non-mandatory information	10
6 General statement.....	11
7 Starting conditions.....	11
7.1 General.....	11
7.2 Conditions for control gear with preheating.....	11
7.2.1 General	11
7.2.2 Preheat energy.....	11
7.2.3 Open-circuit voltage	12
7.3 Conditions for control gear without preheating.....	13
7.3.1 General	13
7.3.2 Open-circuit voltage	13
7.3.3 Control gear impedance test.....	13
7.3.4 Cathode current.....	13
7.4 Starting aid and distances	14
8 Operating conditions	14
8.1 Ballast lumen factor.....	14
8.2 Total circuit power	14
8.3 Requirements for dimming.....	14
8.3.1 Heating of the lamp cathodes heating	14
8.3.2 Control interfaces	24
8.4 Current Limitation of the lamp current.....	24
9 Circuit power factor	24
10 Supply current.....	24
11 Maximum current in any lead to a cathode.....	25
12 Lamp operating current waveform.....	25
13 Impedance at audio frequencies	25
14 Operational tests for abnormal conditions.....	25
14.1 Removal of lamp(s)	25
14.2 Lamp fails to start.....	26
14.3 Control gear behaviour close to end of lamp life	26
15 Endurance.....	26
15.1 General.....	26
15.2 Temperature cycling.....	26
15.3 Test at $t_c + 10$ K.....	28

Annex A (normative) Tests.....	32
Annex B (normative) Reference ballasts	37
Annex C (normative) Conditions for reference lamps	41
Annex D (informative) Explanation of starting conditions.....	42
Annex E (normative) Control interface for controllable control gear	46
Annex F (informative) Examples of suitable test set-ups for SoS and CV testing.....	51
Annex G (informative) Example of a SoS-CV test with diagrammatic view.....	55
Bibliography.....	65
Figure 1 – Schematic illustration of the energy required for preheating and starting	29
Figure 2 – Test circuits for non-preheat starting mode	31
Figure 3 – Fundamental test set-up for the SoS-test	15
Figure 4 – Fundamental test set-up for the CV-test	16
Figure 5 – Example of temperature cycling described under 15.2 d) 2)	27
Figure A.1 – Measurement of impedance at audio frequencies.....	35
Figure A.2 – Test circuit for control gear for preheat starting mode	36
Figure B.1 – HF reference circuit	40
Figure E.1 – Functional specification for d.c. voltage control	46
Figure E.2 – Connection diagram for several controllable control gear	47
Figure E.3 – Circuit diagram with current sourcing	47
Figure E.4 – Functional specification for PWM control	48
Figure E.5 – PWM signal characteristics	48
Figure E.6 – Connecting diagram for PWM controllable control gear	49
Figure E.7 – Dimming curve for controllable control gear	50
Figure F.1 – Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps	51
Figure F.2 – Typical test set-ups for electronic control gear operating double-capped fluorescent lamps	52
Figure F.3 – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two single- capped fluorescent lamps	53
Figure F.4 – Typical test set-up for electronic control gear for connecting two lamps in series	54
Figure G.1 – Example of test circuit set-up reflecting the necessary measurements of Table G.1.....	55
Table 1 – Control gear life time information.....	10
Table 2 – Maximum permitted parasitic inductances, capacitances and contact resistances of a test circuit set-up according to Figures 3 and 4	16
Table 3 – Dimming levels and measured values.....	18
Table G.1 – List of necessary tests	55

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**AC and/or DC-SUPPLIED ELECTRONIC CONTROL GEAR
FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS –
PERFORMANCE REQUIREMENTS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60929 bears the edition number 4.1. It consists of the fourth edition (2011-05) [documents 34C/963/FDIS and 34C/976/RVD] and its amendment 1 (2015-10) [documents 34C/1114/CDV and 34C/1157/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60929 has been prepared by subcommittee 34C: Auxiliaries for lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

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

NOTE In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper: in roman type.
- *Test specifications: in italic type.*
- Explanatory matter: in smaller roman type.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

The contents of the corrigendum of September 2011 have been included in this copy.

INTRODUCTION

This International Standard covers performance requirements for electronic control gear for use on a.c., at 50 Hz or 60 Hz, and/or d.c. supplies up to 1 000 V with operating frequencies deviating from the supply frequency, associated with tubular fluorescent lamps as specified in IEC 60081 and IEC 60901, and other tubular fluorescent lamps for high frequency operation, still to be standardised.

These control gear are intended to operate lamps at various frequencies including high frequencies and at various lamp powers. Attention is drawn to the fact that operating frequencies below 20 kHz may cause audio noise disturbance, whereas frequencies above 50 kHz may increase radio interference problems.

Some lamps may be specifically designed for high-frequency operation on high-frequency control gear. Two starting modes, preheat and non-preheat, are described.

NOTE Lamps, only specified for preheat starting may be operated on other types of circuits. The control gear manufacturer should provide test data which shows satisfactory starting and operation similar as the ones stated in Clause 6.

In order to obtain satisfactory performance of fluorescent lamps and electronic control gears, it is necessary that certain features of their design be properly co-ordinated. It is essential, therefore, that specifications for them be written in terms of measurement made against some common baseline of reference, permanent and reproducible.

These conditions may be fulfilled by reference ballasts. Moreover, the testing of control gear for fluorescent lamps will, in general, be made with reference lamps and, in particular, by comparing results obtained on such lamps with control gear to be tested and with reference ballast.

Whereas the reference ballast for frequencies of 50 Hz or 60 Hz is a self-inductive coil, the high-frequency reference ballast is a resistor because of its independence of frequency and the lack of influence of parasitic capacitance.

AC and/or DC-SUPPLIED ELECTRONIC CONTROL GEAR FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS – PERFORMANCE REQUIREMENTS

1 Scope

This international Standard specifies performance requirements for electronic control gear for use on a.c. at 50 Hz or 60 Hz and/or d.c. supplies, both up to 1 000 V, with operating frequencies deviating from the supply frequency, associated with fluorescent lamps as specified in IEC 60081 and IEC 60901, and other fluorescent lamps for high-frequency operation.

NOTE 1 Tests in this standard are type tests. Requirements for testing individual control gear during production are not included.

NOTE 2 There are regional standards regarding the regulation of mains current harmonics and immunity for end-products like luminaires and independent control gear. In a luminaire, the control gear is dominant in this respect. Control gear, together with other components, should comply with these standards.

NOTE 3 Requirements for the digital addressable lighting interface of electronic control gear are given in IEC 62386.

2 Normative references

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

IEC 60081:1997, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

Amendment 1(2000)

Amendment 2 (2003)

Amendment 3 (2005)

Amendment 4 (2010)

IEC 60901:1996, *Single-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

Amendment 1(1997)

Amendment 2 (2000)

Amendment 3 (2004)

Amendment 4 (2007)

IEC 61347-1:2007, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*

Amendment 1(2010)¹

IEC 61347-2-3:2000, *Lamp controlgear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps*

Amendment 1(2004)

Amendment 2 (2006)

IEC 62386 (all parts), *Digital addressable lighting*

IEC TR 62750:2012, *Unified fluorescent lamp dimming standard calculations*

¹ There exists a consolidated edition 2.1 (2010) that comprises IEC 61347-1:2007 and its Amendment 1 (2010).

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

starting aid

a conductive strip affixed to the outer surface of a lamp, or a conductive plate which is spaced within an appropriate distance from the lamp

A starting aid is usually connected to earth potential, and can only be effective when it has an adequate potential difference from one end of the lamp.

3.2

ballast lumen factor

blf

ratio of the luminous flux of the lamp when the ballast under test is operated at its rated voltage, to the luminous flux of the same lamp operated with the appropriate reference ballast supplied at its rated voltage and frequency

3.3

reference ballast

special ballast, either inductive for lamps for operation on a.c. mains frequencies, or resistive for lamps for operation on high frequency

It is designed for the purpose of providing comparison standards for use in testing ballasts, for the selection of reference lamps and for testing regular production lamps under standardised conditions. It is essentially characterised by the fact that, at its rated frequency, it has a stable voltage/current ratio which is relatively uninfluenced by variations in current, temperature and magnetic surroundings, as outlined in this standard.

[IEC 60050-845:1987, 845-08-36, modified]

3.4

reference lamp

lamp selected for testing control gear which, when associated with a reference ballast, has electrical characteristics which are close to the nominal values as stated in the relevant lamp standard

NOTE Specified conditions are given in Annex C.

3.5

total circuit power

total power dissipated by control gear and lamp in combination, at rated voltage and frequency of the control gear

3.6

circuit power factor

λ

power factor of the combination of a control gear and the lamp or lamps for which the control gear is designed

3.7

preheat starting

type of circuit in which the lamp electrodes are brought to emission temperature before the lamp actually ignites

3.8

non-preheat starting

type of circuit which utilises a high open-circuit voltage causing secondary electron emission from electrodes

3.9

electronic control gear life time

declared average life time at which 90 % of the electronic control gears are still operating

NOTE 1 In the context of life time, an electronic control gear is “operating” if it still fulfils its intended functions.

NOTE 2 The manufacturer applies suitable methods, e.g. statistical calculation and/or reliability testing.

3.10

ambient temperature

t_a

temperature range of the air surrounding the electronic control gear declared by the manufacturer to indicate the normal operating temperature range for the electronic control gear

NOTE 1 The lifetime of the electronic control gear is given at the ambient temperature t_a ; for ease of measurement, also the corresponding temperature of the t_c point is given.

NOTE 2 The measurement test condition for the ambient temperature assigned to the DUT should be in accordance to Annex D of IEC 61347-1 at the rated voltage.

4 General notes on tests

4.1 Tests according to this standard are type tests.

NOTE The requirements and tolerances permitted by this standard are based on the testing of a type test sample submitted by the manufacturer for that purpose. In principle this type test sample should consist of units having characteristics typical of the manufacturer's production and be as close to the production centre point values as possible.

It may be expected with the tolerances given in this standard that products manufactured in accordance with the type test sample will ensure compliance with the standard for the majority of the production. However, due to the production spread, it is inevitable that there will sometimes be products outside the specified tolerances. For guidance on sampling plans and procedures for inspection by attributes, see IEC 60410.

4.2 The tests are carried out in the order of the clauses, unless otherwise specified.

4.3 One control gear is submitted to all tests, unless otherwise stated.

4.4 In general, all tests are made on each type of control gear or where a power range of similar control gear is involved, for each rated power in the range or on a representative selection from the range as agreed with the manufacturer.

4.5 The tests are made under the conditions specified in Annex A. Lamp data sheets not published in an IEC publication shall be made available by the lamp manufacturer.

4.6 All control gear specified in this standard shall comply with the requirements of IEC 61347-2-3.

4.7 Attention is drawn to lamp performance standards which contain “information for control gear design”; this should be followed for proper lamp operation; however, this standard does not require the testing of lamp performance as part of the type test approval for control gear.

5 Marking

5.1 Mandatory marking

Electronic control gear shall be clearly marked with the following mandatory marking as applicable.

- a) Circuit power factor, e.g. 0,85.

If the power factor is less than 0,95 capacitive, it shall be followed by the letter C, e.g. 0,85 C.

The following marking shall also be added, if appropriate:

- b) The symbol $\overline{Z}$ which indicates that the control gear is designed to comply with the conditions for audio-frequency impedance.

5.2 Additional mandatory Information

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

- a) a clear indication regarding the type of starting, viz. preheat or non-preheat;
- b) indication whether a control gear needs a starting aid;
- c) ballast lumen factor if different from $1 \pm 0,05$;
- d) life time of the control gear is linked to the ambient temperature and the measured temperature on the reference point t_c .

For the information, the format of Table 1 has to be used. Corresponding to the fixed ambient temperature values 40 °C, 50 °C and 60 °C, the values of the temperature measured on the reference point t_c and the declared life time have to be inserted by the manufacturer. The value of the temperature of the t_c point given in the table shall never exceed the t_c (IEC 61347-1), therefore, in that case, the column where the temperature of t_c -point exceeds t_c will be left blank; but at least the column with ambient temperature 40 °C shall always be filled.

Table 1 – Control gear life time information

Ambient temperature	40 °C	50 °C	60 °C
Temperature measured on the reference point t_c	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Life time	XX XXX ^b	XX XXX ^b	XX XXX ^b
^a "°C" values declared by the control gear manufacturer			
^b "h" values declared by the control gear manufacturer			

NOTE 1 Additional information from the control gear manufacturer to the ambient temperature and life time given in Table 1 is allowed.

NOTE 2 For multi power control gear the most adverse load condition or a table for each lamp-control gear combination should be given.

5.3 Non-mandatory information

Non-mandatory information which may be made available by the manufacturer:

- a) rated output frequency at rated voltage, with and without lamp operating;
- b) limits of the ambient temperature range within which the control gear will operate satisfactorily at the declared voltage (range);
- c) total circuit power.

6 General statement

It may be expected that control gear complying with this standard, when associated with lamps which comply with IEC 60081 or IEC 60901 or other fluorescent lamps for high-frequency operation, will provide satisfactory starting of the lamp at an air temperature immediately around the lamp between 10 °C and 35 °C and operation between 10 °C and 50 °C at voltages within 92 % and 106 % of the rated voltage.

NOTE 1 The electrical characteristics as given on the lamp data sheets of IEC 60081 and IEC 60901, and applying to operation on a reference control gear at rated voltage with a frequency of 50 Hz or 60 Hz, may deviate when operating on a high frequency control gear and the conditions of item b) of 5.3 above.

NOTE 2 In some regions, there are laws on EMC for luminaires. The control gear is also contributing to this EMC behaviour. See Bibliography for reference.

7 Starting conditions

7.1 General

Control gear shall start lamps without adversely affecting the performance of the lamp when operated according to intended use. An explanation of the starting conditions is given in Annex D.

Compliance is checked by the tests according to 7.2 to 7.4, as appropriate, with the control gear operating at any supply voltage between 92 % and 106 % of its rated value.

7.2 Conditions for control gear with preheating

7.2.1 General

Control gear shall be tested according to the following requirements and in line with the requirements of Clause A.3. The same requirements for preheating also apply to controllable control gear at starting in any dimming position.

The lamp data sheet provides one substitution resistor $R_{\text{sub(min)}}$ which is used with the control gear in order to test its capability to produce the minimum energy according to the lamp data sheet. If the control gear does not provide at least the minimum energy, it has failed. The maximum energy line has to be tested with another substitution resistor $R_{\text{sub(max)}}$ which corresponds to the upper energy. If the control gear generates too high energy, it has failed. The value of the second resistor is also given on the lamp data sheet. In cases where no value is given, preliminary values may be obtained from the lamp manufacturer.

7.2.2 Preheat energy

The control gear shall deliver at least the minimum total heating energy E_{min} at t_1 according to the time/energy limits on the relevant lamp data sheets (see Figure 1). Within the interval (t_1 , t_2) the total heating energy shall be between E_{min} and E_{max} according to the relevant lamp data sheet (see Figure 1).

The maximum heating energy shall not exceed the limits specified on the relevant lamp data sheet at any time before t_2 . This does not apply in the interval (t_1 , t_2), if $t_2 - t_1 < 0,1$ s.

The absolute minimum preheat time shall be 0,4 s unless otherwise specified on the relevant lamp data sheet.

In order to prevent arcing, the voltage supplied to the substitution resistor should remain below 11 V r.m.s., for $E < E_{\text{min}}$.

If a lamp data sheet does not give any energy data for preheating, and the preheat current requirements are not applicable, the lamp manufacturer shall provide appropriate preheat data.

Compliance with the requirements for the cathode preheat current can be tested as follows.

With a non-inductive substitution resistor of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, the control gear shall deliver a minimum and maximum total heating current according to the time/current limits specified on the relevant lamp data sheet. The minimum preheat current i_k is defined as

$$i_k = \sqrt{\frac{a}{t_e} + i_m^2}$$

where

a is the constant ($A^2 s$) for a specific cathode type;

i_m is the absolute minimum value of the effective heating current (A) to achieve emission, if application time is of sufficiently long duration (e.g. ≥ 30 s from cold);

t_e is the time (s) to emission.

NOTE Emission time less than 0,4 s is normally not acceptable because experience has shown that satisfactory cathode preheating is not always achievable in practice.

Values for a and i_m are given on the lamp data sheet.

Measurements are conducted with a non-inductive substitution resistor for testing cathode preheat requirements of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, also in case of two or more lamps simultaneously operated.

7.2.3 Open-circuit voltage

During the preheat period, the open-circuit voltage between any pair of substitution resistors shall not exceed the maximum value specified on the lamp data sheet, including the DC-offset according to Clause E.4 of IEC 60081, and Clause D.3 of IEC 60901. After the preheat period, it shall be, or rise to a value, not less than the minimum value equal to the ignition voltage as specified on the lamp data sheet.

Where two or more lamps are operated in series or parallel circuits, each position is measured in turn. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped with a pair of substitution resistors for testing open-circuit voltage.

The open-circuit voltage is measured between the substitution resistors and shall comply in all cases with the value specified on the relevant lamp data sheet for one lamp.

Measurement is made with an oscilloscope. Measurements are conducted with a non-inductive substitution resistor for testing open-circuit voltages as specified on the relevant lamp data sheet.

The control gear manufacturer provides on request the value of the cathode substitution resistor within the specified range which results in the lowest open-circuit voltage for ignition.

7.3 Conditions for control gear without preheating

7.3.1 General

Control gear in accordance with definition 3.8 shall be so designed that the cumulated glow discharge periods during starting do not exceed 100 ms when measured with a reference lamp and without any earthed metal parts close by which might act as a starting aid. The glow discharge period is deemed to have finished if the lamp current is at least 80 % of the rated lamp current.

A control gear is deemed to conform with the above requirements when the following conditions are fulfilled.

7.3.2 Open-circuit voltage

Measurement is made with an oscilloscope. With a non-inductive substitution resistor R_C of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode (see Figure 2a), the open-circuit voltage shall comply with the value specified on the relevant lamp data sheet.

Where two or more lamps are operated in series or parallel, each position is measured in turn. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped with a pair of cathode substitution resistors.

The open-circuit voltage is measured between the substitution resistors and shall comply in all cases with the value specified on the relevant lamp data sheet for one lamp.

NOTE In the case of additional cathode heating during the starting process, lower values may be sufficient provided the glow discharge period does not exceed 100 ms.

7.3.3 Control gear impedance test

With a non-inductive lamp substitution resistor R_L of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for the lamp and a non-inductive resistor R_C of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, (see Figure 2b), and at 92 % of the rated voltage, the control gear shall deliver a current not less than the minimum value specified on that data sheet.

7.3.4 Cathode current

Control gear of the non-preheat start type may supply some cathode heating during the starting process. In Figure 2c, the cathode (heating) current is measured in M1 and M2 as the lower current.

The cathode current, if any, shall not exceed the maximum value specified on the relevant lamp data sheet.

The measurement is carried out with substitution resistors R_i (see Figure 2c), the value of which is calculated as follows:

$$R_i = \frac{11V}{2,1 \times I_r}$$

where I_r is the rated value of the lamp operating current.

This requirement does also apply to electronic control gear with output terminals for more than one lamp. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped as shown in Figure 2c.

7.4 Starting aid and distances

Lamps operated with electronic control gear complying with this standard may require a starting aid as specified in IEC 60081 or 60901. The open-circuit voltage and voltage to starting aid, during preheat and starting, shall be within the limits specified in the information for control gear design on the relevant lamp data sheet.

8 Operating conditions

8.1 Ballast lumen factor

At rated voltage and ambient temperature of $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, the ballast lumen factor shall not be less than 95 % of the value declared by the manufacturer or not less than 0,95 if not declared.

NOTE The luminous flux of a lamp is usually measured with an integrating photometer. For ratio measurements, a suitable luxmeter is sufficient as there is close relationship between flux and luminous intensity at a fixed point.

If the declared lumen factor of the control gear is less than 0,9, evidence shall be given that the performance of lamps operated on that control gear is not impaired.

The requirements of Subclause 8.3 shall be complied.

8.2 Total circuit power

At rated voltage, the total circuit power shall be not more than 110 % of the value declared by the manufacturer, when the control gear is operated with (a) reference lamp(s).

8.3 Requirements for dimming

8.3.1 Heating of the lamp cathodes ~~heating~~

~~When operating lamps at lower lumen levels than the optimum design point, care shall be taken that the control gear provides cathode heating continuously to the lamp(s) so that the lamp life is not degraded.~~

8.3.1.1 General

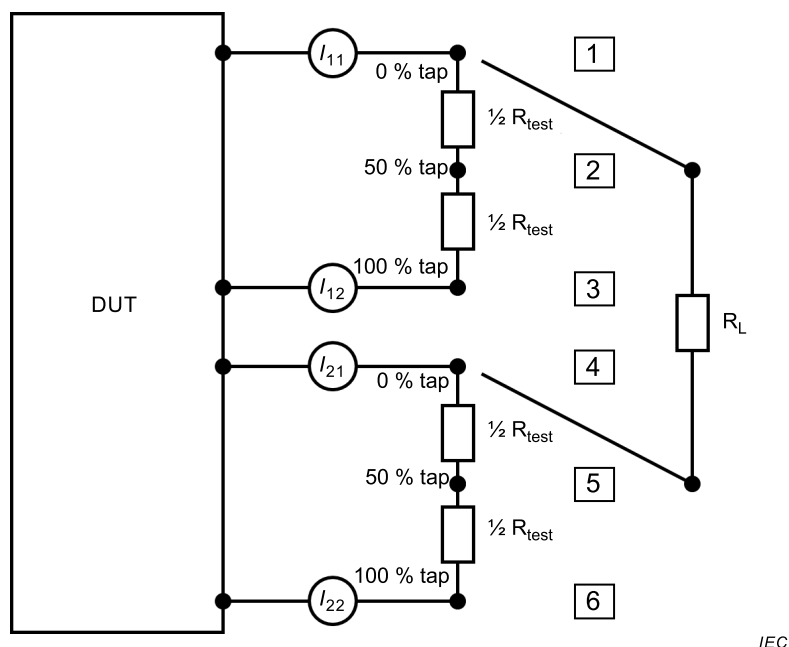
Fluorescent lamps operated in dimming mode (to reduce luminous flux by reducing discharge current) need their cathodes adequately heated by the electronic control gear. It has been found that measuring the currents through the two lead-in wires to the cathode and calculating the sum of the squares (SoS) of these two currents as a function of the discharge current can estimate the cathode heating. Alternatively, it has also been found that it is possible to estimate cathode heating by measuring the voltage applied across the cathode (CV) while dimming. The heating requirements are described in IEC TR 62750:2012.

The control gear is tested at lamp discharge currents (dim levels) of I_{Dmin} , I_{D30} and I_{D60} . The measurements are conducted with substitution resistors for the cathodes (R_{test}) and for the discharge, the latter dependent on the dim level (R_L , having nominal values of R_{L10Max} and R_{L10Min} as well as R_{L30} and R_{L60}). The lamp substitution resistor values shall be taken from the IEC lamp data sheets. Take care that the substitution resistors are capable of carrying the current, voltage and power occurring in the circuit.

All positions that on control gear that would be connected to a lamp shall instead be connected to substitution resistors. Wherever in this procedure a reference is made to "lamp", it is intended to mean a set of substitution resistors that represent a lamp.

The hot spot location may vary on the lamp cathode during operation. This effect is simulated in the test by connecting the cathode substitution resistors in different circuit configurations. For this purpose, taps in the middle and at the ends of the cathode substitution resistor

networks are equipped with switches (0 – 50 – 100 method), which allow all possible combinations of connection to be realized. The fundamental test set-up is shown in Figure 3.



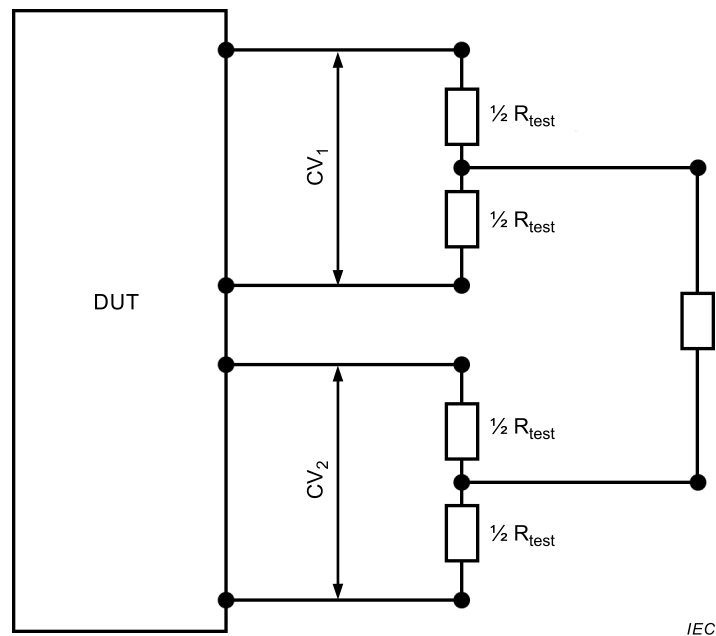
Key

- DUT control gear device under test
- R_L lamp substitution resistor
- I_{nn} measured current
- 1...6 switch positions

Figure 3 – Fundamental test set-up for the SoS-test

In cases where the discharge current is much smaller than the auxiliary heating current, i.e. for the upper and lower heating limits at very low discharge current values (= 10 % of the test current), the cathode lead wire currents are found to be nearly equal.

Thus, for the CV-test, only the centre tap position is required for testing. The CV-test setup shown in Figure 4 is a simplified version of the SoS-test circuit.



Key

DUT control gear device under test
 R_L lamp substitution resistor
 CV_1 and CV_2 measured cathode voltages

Figure 4 – Fundamental test set-up for the CV-test

8.3.1.2 Basic test conditions

Due to the lamps being operated at high frequency, the test set-up with substitution resistors should be comparable to the set-up of the real luminaire. Relevant examples are given in Annex F.

Check the suitability of the lamp and cathode substitution resistor set-up at high frequencies for the frequency range used by the control gear.

Maintain the maximum contact resistances, parasitic inductances and coupling capacitances of the cathode circuits in test with the lamp dummy inserted (see Table 2).

Table 2 – Maximum permitted parasitic inductances, capacitances and contact resistances of a test circuit set-up according to Figures 3 and 4

Parameter	Maximum value
L (for each heating circuit)	2 μ H
R (contact resistances for each heating circuit)	100 n Ω
C_1 (from heating circuit to heating circuit)	20 pF
C_2 (heating circuit to earth)	150 pF

The values of L , R , C_1 , and C_2 are measured at the lamp wires next to the electronic control gear's lamp terminals. For this purpose, instead of a lamp, the cathode substitution resistors R_{test} are inserted in the test set-up.

Output circuits of electronic control gears, designed for multi-lamp operation, are each tested separately. The output circuits not involved in the test shall be connected to the substitution resistors with equal value to the output circuit which is under test. The variations of the

cathode terminal switch take place only with the output circuit under test. For the other circuit(s), the switch is connected to the middle position (positions 2 and 5 in Figure 3).

Lamp substitution circuits, supplied from multi-lamp electronic control gears (i.e. gears which operate more than one lamp simultaneously), shall each be wired separately when connected with the DUT (device under test). This means that each electrode substitution resistor is equipped with 2 cables, leading to the terminal of the electronic control gear and having an immediate connection according to the electrical circuit design. Each pair of one electrode substitution resistor's cables shall be installed together.

For wiring of the test set-up, H05V-U cables (or equivalent) shall be used. When designing the wiring layout, the values of the parasitic losses shall be in the same order for all lamp circuits. This can be achieved only if the wiring of the lamp circuits is comparable in distances, lengths, etc. and each pair of lamp circuits is located symmetrical to the axis of the device.

Check the suitability of the instruments, i.e. the tolerance at the range of expected frequency and amplitude.

For the r.m.s. current measurement, the measurement period shall be an integer multiple of the mains half wave period.

If the electronic control gear allows operation of different lamps with varying operating parameters, then safeguard with suitable means so that during operation at the lamp dummy the correct choice of parameters for that lamp(s) has been made.

Compliance with the cathode heating conditions shall be tested with each alternative lamp type.

To ensure that control gear reaches the operating state (to “start” the substitution resistors), the procedure may be modified and/or a special prepared control gear may be used, provided the cathode heating would be the same as a production control gear.

8.3.1.3 General test sequence

Table 3 gives an overview of the values for the different dimming levels which shall be measured and controlled. If an electronic control gear is designed for more than one lamp, then the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1. Table 3 includes also the switching position for the simulation of the arc spot and the correlation to the test method (CV or SoS).

Table 3 – Dimming levels and measured values

Subclause	Discharge current	Lamp substitution resistor	Cathode substitution value	Arc spot simulation switch position	Values to be checked
8.3.1.4.2.2	I_{10}	R_{L10min}	R_{test3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc
8.3.1.4.2.3	I_{10}	R_{L10min}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.2.4	I_{10}	R_{L10max}	R_{test3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc
8.3.1.4.2.5	I_{10}	R_{L10max}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.3.2	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.4.3.3	I_{30}	R_{L30}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.4.2	I_{60}	R_{L60}	R_{test1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.4.4.3	I_{60}	R_{L60}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.5.2	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	1-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.3	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	3-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.4	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	1-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.5	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	3-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc

8.3.1.4 Test sequence “arc attachment – middle”

8.3.1.4.1 General

All tests in 8.3.1.4 are performed with cathode tap 50 % – Figure 3 (equivalent switch positions 2 and 5) or Figure 4.

Values of the lamp and cathode substitution resistors, test current and limit values shall be those from the relevant IEC lamp data sheets.

8.3.1.4.2 Dim level I_{Dmin}

8.3.1.4.2.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D (current through the lamp substitution resistors) to I_{Dmin} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.2.2 Minimum heating for minimum lamp substitution resistor R_{L10min}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10min} and filament substitution resistor value R_{test3} .

Measure CV_1 and CV_2 , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ and } CV_2 \geq CV_{min}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

Repeat the measurement procedure of CV_1 and CV_2 for each other lamp of multi lamp control gear.

8.3.1.4.2.3 Maximum heating for minimum lamp substitution resistor R_{L10min}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10min} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

Repeat the measurement procedure of CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} for each other lamp of multi lamp control gear.

8.3.1.4.2.4 Minimum heating for maximum lamp substitution resistor R_{L10max}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10max} and filament substitution resistor value R_{test3} .

Measure CV_1 and CV_2 , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ and } CV_2 \geq CV_{min}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.2).

8.3.1.4.2.5 Maximum heating for maximum lamp substitution resistor R_{L10max}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10max} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} , then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.3 Dim level I_{D30}

8.3.1.4.3.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D to I_{D30} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.3.2 Minimum heating for lamp substitution resistor R_{L30}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L30} and filament substitution resistor value R_{test1} .

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1.

Lamp 2:

Measure I_{31} , I_{32} , I_{41} and I_{42} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{30}$$

Lamp 3:

Measure I_{51} , I_{52} , I_{61} and I_{62} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{30}$$

Lamp 4:

Measure I_{71} , I_{72} , I_{81} and I_{82} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{30}$$

8.3.1.4.3.3 Maximum heating for lamp substitution resistor R_{L30}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L30} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} , then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}.$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3.).

8.3.1.4.4 Dim level I_{D60}

8.3.1.4.4.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D to I_{D60} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.4.2 Minimum heating for lamp substitution resistor R_{L60}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L60} and filament substitution resistor value R_{test1} .

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{60}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1.

Lamp 2:

Measure I_{31} , I_{32} , I_{41} and I_{42} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{60}$$

Lamp 3:

Measure I_{51} , I_{52} , I_{61} and I_{62} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{60}$$

Lamp 4:

Measure I_{71} , I_{72} , I_{81} and I_{82} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

8.3.1.4.4.3 Maximum heating for lamp substitution resistor R_{L60}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L60} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax} .$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5 Test sequence “arc attachment – variable” – dim level I_{30}

8.3.1.5.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D (current through the lamp substitution resistors) to I_{D30} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor of nominal value, R_{L30} . The cathodes are substituted with a resistor having the value of R_{test1} .

8.3.1.5.2 Arc attachment – Figure 3, switch positions 1 and 4 – (cathode tap 0 and 0)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5.3 Arc attachment – Figure 3, switch positions 3 and 6 – (cathode tap 100 and 100)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.4 Arc attachment – Figure 3, switch positions 1 and 6 – (cathode tap 0 and 100)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.5 Arc attachment – Figure 3, switch positions 3 and 4 – (cathode tap 100 and 0)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.6 Test sequence for control gear which cannot obtain I_{Dmin} , I_{D30} and I_{D60}

8.3.1.6.1 General

Some control gear cannot dim to the specified test conditions (e.g. continuous dimming control gear with minimum level above I_{Dmin} , or certain step-dimming control gear). For such control gear, the tests below shall be performed at the values of discharge current as close as possible to I_{D10} , I_{D30} , and I_{D60} . The value of the lamp arc substitution resistor shall be within 20 % of the value calculated according to linear interpolation lamp-specific parameters specified in IEC lamp datasheets.

$$R_L = \frac{R_{L60} - R_{L30}}{I_{D60} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{D30} < I_D < I_{D60}$$

$$R_{Lmin} = \frac{R_{L10min} - R_{L30}}{I_{Dmin} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{Dmin} < I_D < I_{D30}$$

$$R_{Lmax} = \frac{R_{L10max} - R_{L30}}{I_{Dmin} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{Dmin} < I_D < I_{D30}$$

8.3.1.6.2 Dim level $I_{Dmin} \leq I_D \leq (I_{Dmin} + I_{D30})/2$

For the range of discharge currents between I_{Dmin} and $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$, the tests of filament heat shall be performed using values of minimum and maximum arc substitution resistors R_{Lmin} and R_{Lmax} and according to the procedures given in 8.3.1.4.2.2, 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.4 and 8.3.1.4.2.5.

8.3.1.6.3 Dim level $(I_{Dmin} + I_{D30})/2 \leq I_D \leq I_{D30}$

For the range of discharge currents between $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$ and I_{D30} , the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistors R_{Lmin} and R_{Lmax} as calculated in 8.3.1.6.1 and according to the procedures given in 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.5, 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 and 8.3.1.5.5.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $\text{SoS}_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.6.4 Dim level $I_{D30} \leq I_D \leq (I_{D30} + I_{D60})/2$

For the range of discharge currents between I_{D30} and $(I_{D30} + I_{D60})/2$, the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistors R_L as calculated in 8.3.1.6.1 and according to the procedures given in 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.4.3.3, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 and 8.3.1.5.5.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.6.5 Dim level $(I_{D30} + I_{D60})/2 \leq I_D \leq I_{Dtrans}$

For the range of discharge currents between $(I_{D30} + I_{D60})/2$ and I_{Dtrans} , the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistor R_L as calculated above, and according to the procedures given in 8.3.1.4.4.2 and 8.3.1.4.4.3.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.7 Compliance

The electronic control gear shall meet all maximum and minimum cathode heat limit values of 8.3.1.3 to 8.3.1.6. An example for test results recording is given in Annex G.

8.3.2 Control interfaces

The requirements of Annex E apply. ~~and~~ For digital ~~addressable lighting~~ interfaces, the requirements of ~~in~~ IEC 62386 ~~series~~ apply together with the mandatory of the manufacturer's ~~specification shall be followed~~ of the electronic control gear.

At present, there are also other non-standardized interfaces, which can lead to problems of interchangeability between interfaces. Test these interfaces according to the manufacturer's specifications.

8.4 ~~Current~~ Limitation of the lamp current

Unless otherwise specified on the relevant lamp data sheet, the control gear ~~operated~~ at rated voltage shall limit the current delivered to a reference lamp to a value not exceeding 115 % of that delivered to the same lamp when it is operated with a reference control gear.

9 Circuit power factor

For the a.c. supplied electronic control gear, the measured circuit power factor shall not differ from the marked value by more than 0,05 when the control gear is operated with one or more reference lamp(s) and the whole combination is supplied at its rated voltage and frequency.

For controllable control gear, the power factor is measured at full power.

10 Supply current

At rated voltage, the supply current shall not differ by more than ± 10 % from the value marked on the control gear or declared in the manufacturer's literature, when the control gear is operated with (a) reference lamp(s).

For controllable control gear, the supply current shall not exceed the value marked on the control gear according to IEC 61347-1 by more than 10 % in any dimming position. The scan over all dimming positions can be replaced, if the value of the maximum supply current and the corresponding dimming positions are provided.

11 Maximum current in any lead to a cathode

In normal operation at any supply voltage between 92 % and 106 % of the rated value, the current flowing in any one of the cathode terminations shall not exceed the value given on the relevant lamp data sheet.

The measurement is made with an oscilloscope or another suitable device. The measurements shall be made with a reference lamp at all contacts to the cathodes.

12 Lamp operating current waveform

The control gear shall be operated with a reference lamp or lamps at its rated voltage. After lamp stabilisation, the waveform of the lamp current shall comply with the following conditions.

a) For a.c. supplied electronic control gear:

In every successive half-cycle, the enveloping wave of the lamp current shall not differ by more than 4 % at the same time after phase zero passage of the mains supply voltage.

NOTE The purpose of this requirement is to avoid flicker due to the inconsistency of the wave shape of the enveloping wave from half mains cycle to half mains cycle.

b) The maximum ratio of peak value to r.m.s. value of the lamp current shall not exceed 1,7.

NOTE In Japan, a crest factor of 2,1 maximum is permitted, when additional cathode heating is applied.

13 Impedance at audio frequencies

Control gears marked with the audio-frequency symbol (see 5.1) are tested in accordance with Clause A.2.

For every signal frequency between 400 Hz and 2 000 Hz, the impedance of the control gear when operated with a reference lamp supplied at its rated voltage and frequency shall be inductive in characteristic. Its impedance in ohms shall be at least equal in value to the resistance of the resistor which would dissipate the same power as the lamp/control gear combination in question when it is supplied at its rated voltage and frequency. The control gear impedance is measured with a signal voltage equal to 3,5 % of the rated supply voltage of the control gear.

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.

NOTE Radio interference suppressors consisting of capacitors of less than 0,2 μF (total value) which may be incorporated in the control gear may be disconnected for this test.

14 Operational tests for abnormal conditions

14.1 Removal of lamp(s)

During the operation of the control gear at rated voltage +10 % and in association with (an) appropriate lamp(s), the lamp(s) shall be disconnected for 1 h from the control gear without switching off the supply voltage. At the end of this period, the lamp(s) is (are) reconnected

and shall start and operate normally. If the lamp(s) does (do) not start, the supply voltage shall be switched off for 1 min and switched on again. After that, the lamp(s) shall start.

14.2 Lamp fails to start

With an appropriate dummy cathode resistor as specified on the relevant data sheet connected in place of each lamp cathode, the control gear shall be operated at rated voltage +10 % for 1 h. At the end of this period, the resistors shall be removed; (an) appropriate lamp(s) is (are) connected and shall start and operate normally. If the lamp(s) does (do) not start, the supply voltage shall be switched off for 1 min and switched on again. After that, the lamp(s) shall start.

14.3 Control gear behaviour close to end of lamp life

It is permitted that the control gear may switch off or reduces the wattage to the lamp according to Subclause 17.3 of IEC 61347-2-3, if the asymmetric voltage reaches a value of 5 V d.c.

15 Endurance

15.1 General

The control gear shall be operated at rated supply voltage with an appropriate lamp(s) installed outside the temperature chamber. All the earthing connections of the control gear shall be connected to the earth. If the electronic control gear is marked for a range of supply voltages then the supply voltage with the most adverse effect on the temperature of the electronic control gear shall be selected.

Tests are done in sequence with the same control gear~~s~~.

Dimmable control gear is tested at 100 % power.

15.2 Temperature cycling

The temperature cycling test is as follows.

- a) ~~Test~~ Samples: 5 – control gear which was not submitted to other tests.

To avoid control gear with thermal cut-off systems from switching off during the test, the cut-off device shall be disabled, so the control gear remains operating.

- b) Temperature range of the test chamber:

- minimum ambient temperature in the chamber is $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
- maximum ambient temperature in the ~~test~~ chamber is $+80\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The ambient temperature in the chamber shall be measured within 200 mm of the test samples.

- c) Measurement of the stabilized input current ~~(after a stabilisation time)~~ of the control gear at $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

- d) Test routine for 220 temperature cycles:

- 1) Connect the control gear with the mains and the lamp(s) at $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ (maximum load) and place the control gear in a temperature test chamber. The lamp(s) are placed outside of the temperature chamber. Airflow restrictions can affect the temperature surrounding control gear under test (DUT). The ~~distance~~ spacing between the electronic control gear~~s shall depends on the speed of the airflow and~~ shall allow a homogeneous temperature around all DUTs.

- 2) With the control gear in the off position, decrease the temperature in the test chamber ~~with 10 K/min + 5 K/min~~ to the minimum test temperature with the following conditions (see Figure 5):
 - i) Initial 10 % of the transition of temperature: no requirements for temperature change rate.
 - ii) Final 10 % of the transition of temperature: over/undershoot shall not exceed $\pm 5^{\circ}\text{C}$ from the target ambient temperature. Total transition time (t) shall not exceed 15 min.

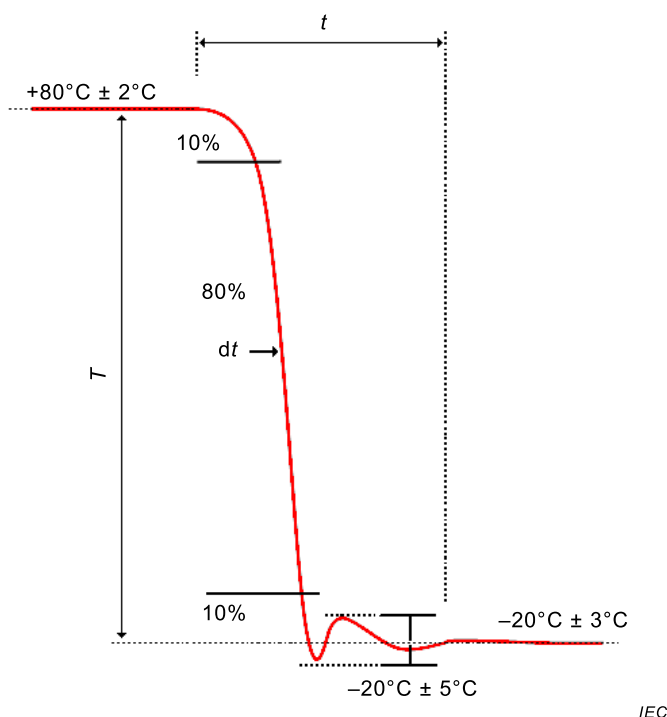


Figure 5 – Example of temperature cycling described under 15.2 d) 2)

- 3) At the minimum temperature level, start after 50 min at -20°C 10 switching cycles (10 s on / 50 s off).
- 4) Switch on the control gear.
- 5) With the control gear in the on position, increase the temperature in the test chamber ~~with 10 K/min + 5 K/min~~ to the maximum test temperature with the following conditions:
 - i) Initial 10 % of the transition of temperature: no requirements for temperature change rate.
 - ii) Final 10 % of the transition of temperature: over/undershoot shall not exceed $\pm 5^{\circ}\text{C}$ from the target ambient temperature. Total transition time (t) shall not exceed 15 min.
- 6) At the maximum temperature level, switch off the control gear after 50 min and start 10 switching cycles (50 s on / 10 s off).
- 7) Repeat steps 2) to 6) 219 times.

NOTE In Japan, the test chamber with 1 K/min to 15 K/min is applied.

- e) Measurement of the stabilized input current of the control gear at $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Compliance: After ~~performing this test~~ completing all temperature cycles and cooling down to room temperature, all control gear shall correctly start and operate an appropriate lamp(s) for 15 min. ~~Accordingly to step e), the input current shall be measured. The maximum allowed tolerance of the input current is $\pm 10\%$ compared with the measured input current value under~~

~~step e).~~ In addition the input current in step e) shall not vary by more than $\pm 10\%$ from the input current measured in step c).

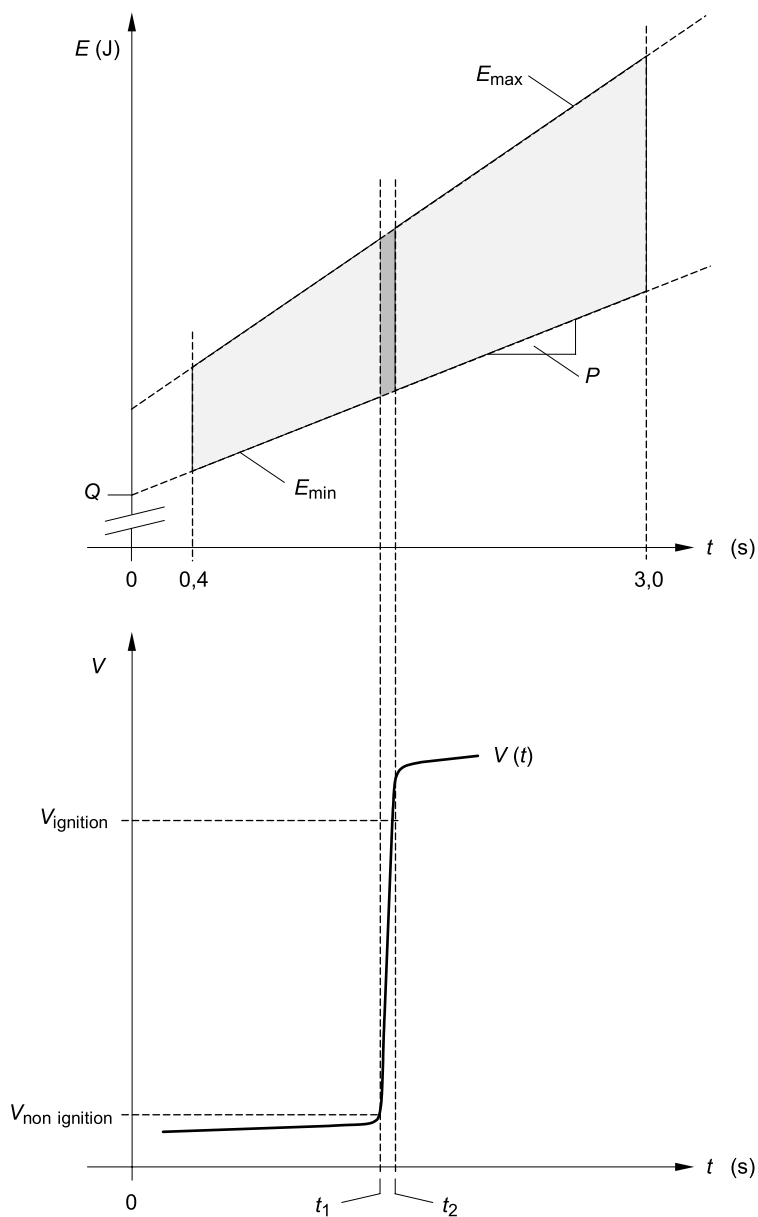
~~During this test, the lamp(s) are placed outside the test enclosure at an ambient temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.~~

NOTE The humidity inside the test chamber should be limited to a value which does not cause any condensation on the DUTs.

15.3 Test at $t_c + 10\text{ K}$

The control gear~~s~~ shall operate at an ambient temperature which produces $t_c + 10\text{ K}$, until a test period of 200 h has elapsed. After this test period, cool the chamber down to room temperature. During this test the lamp(s) are placed outside the test chamber at an ambient temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Compliance: After ~~performing this test and after cooling down to room temperature~~ completing the test procedure, all control gear shall correctly start and operate an appropriate lamp(s) for 15 min. ~~During this test, the lamp(s) are placed outside the test enclosure at an ambient temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.~~



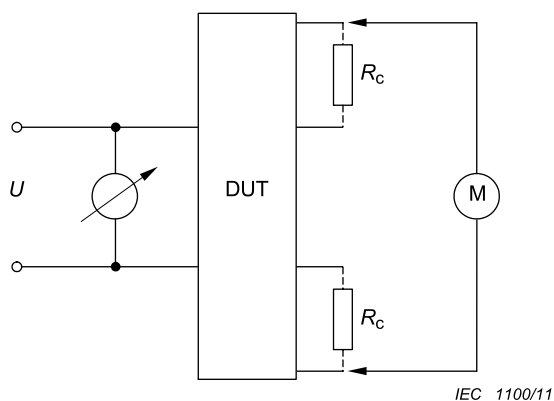
IEC 1099/11

Key

Grey area	energy supply to the cathode permitted
Dark grey area	ignition permitted
E	energy supplied to the electrode for preheating (J)
$E_{\min} =$	$Q_{\min} + P_{\min} \cdot t =$ minimum cathode preheat energy
$E_{\max} =$	$Q_{\max} + P_{\max} \cdot t =$ maximum cathode preheat energy
$V(t)$	voltage, measured at the output terminals of the control gear
$t_1 =$	$t(V_{\text{non-ignition}})$
$t_2 =$	$t(V_{\text{ignition}})$

NOTE For the values of $Q_{\min}$ (J), $Q_{\max}$ (J), $P_{\min}$ (W), $P_{\max}$ (W), $V_{\text{non ignition}}$ (V) and V_{ignition} (V), see lamp data sheet.

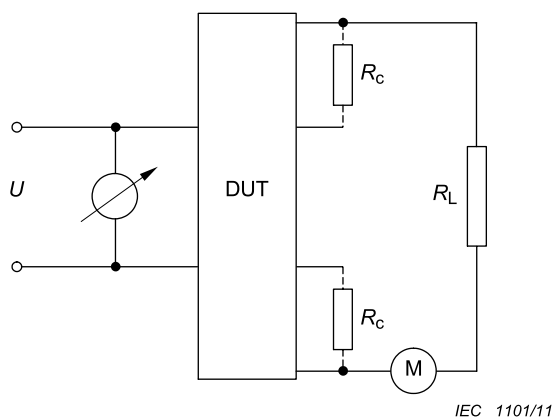
Figure 1 – Schematic illustration of the energy required for preheating and starting



Key

U	supply	M	measuring device
DUT	device (control gear) under test	R_c	See 7.3.2

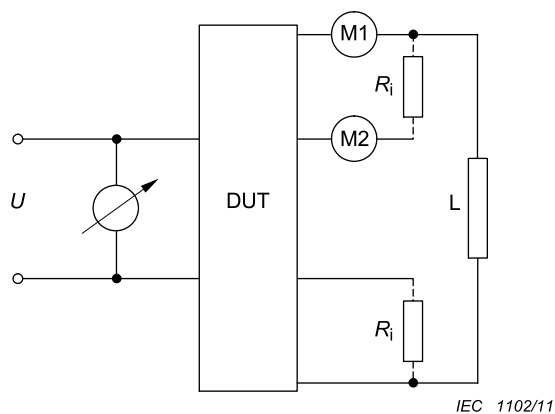
Figure 2a – Test circuit for open-circuit voltage



Key

U	supply	R_c	See 7.3.3
DUT	device (control gear) under test	R_L	See 7.3.3
M	measuring device		

Figure 2b – Test circuit for control gear impedance



Key

U	supply	R_i	See 7.3.4
DUT	device (control gear) under test	L	lamp
M	measuring device		

Figure 2c – Test circuit for cathode current

Figure 2 – Test circuits for non-preheat starting mode

Annex A

(normative)

Tests

A.1 General requirements

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

A.1.1 Ambient temperature

Tests shall be made in a draught-free room and at an ambient temperature within the range 20 °C to 27 °C unless otherwise stated.

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 not vary by more than 1 °C during the test.

A.1.2 Supply voltage and frequency

A.1.2.1 Test voltage and frequency

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

When a control gear 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 voltage.

A.1.2.2 Stability of supply and frequency

For most of the tests, the supply voltage and, where appropriate for the reference control gears the frequency, shall be maintained within $\pm 0,5$ %. However, during the actual measurement, the voltage shall be adjusted to within $\pm 0,2$ % of the specified testing value.

A.1.2.3 Supply voltage waveform

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

A.1.3 Magnetic effects

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

A.1.4 Mounting and connection of reference lamps

In order to ensure that the electrical characteristics of the reference lamps are consistent, they shall be mounted as indicated on the relevant lamp data sheet. Where no mounting instructions are given on the relevant lamp data sheet, lamps shall be mounted horizontally.

It is recommended that lamps are allowed to remain permanently undisturbed in their test lampholders.

A.1.5 Reference lamp stability

A.1.5.1 A lamp shall be brought to a condition of stable operation before carrying out measurements. No swirling shall be present.

A.1.5.2 The characteristics of a lamp shall be checked immediately before and immediately after each series of tests in accordance with Annex C.

A.1.6 Reference ballast

The reference ballast used shall be that indicated on the relevant lamp data sheet.

A.1.7 Instrument characteristics

The characteristics of the instrument are given with the following:

a) Potential circuits

Potential circuits of instruments connected across the lamp shall not pass more than 3 % of the rated lamp current.

b) Current circuits

Instruments connected in series with the lamp shall have 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 Ω .

c) RMS measurements

Instruments shall be essentially free from errors due to waveform distortion and shall be suitable for the operating frequencies.

Care shall be taken to ensure that the earth capacitance of instruments does not disturb the operation of the unit under test. It may be necessary to ensure that the measuring point of the circuit under test is at earth potential.

A.2 Measurement of impedance at audio frequencies

The circuit in Figure A.1 illustrates a bridge which serves for the determination of the audio-frequency impedance $\bar{Z}$ of the lamp/control gear assembly.

Let R' and R'' represent the values of the resistors shown in Figure A.1 by the values of 5 Ω and 200 k Ω respectively (the latter at least not being critical). When by adjustments of R and C a balance is obtained for a given audio-frequency selected on the wave analyser (or any other suitable selective detector), we have in general:

$$\bar{Z} = R'R''(1/R + i\Omega C)$$

If the resistors R' and R'' have precisely the indicated values, the equation becomes:

$$\bar{Z} = 10^6(1/R + i\Omega C)$$

NOTE The impedances Z_1 and/or Z_2 are not necessary if the corresponding source has a low internal impedance for the currents of the other.

A.3 Measurements during preheat

A.3.1 Test equipment and measurement sequence

The test equipment shall be arranged to contain the control gear under test, the cathode substitution resistors (R) specified on the relevant lamp data sheet and a measuring device. The measuring device may be an oscilloscope provided with a voltage and/or current probe (see Figure A.2).

If applicable, connect the secondary output winding of the isolating transformer to ground at one side. If no isolating transformer is included in the control gear, then an isolating transformer shall be inserted at the input side.

For measurement of the total open-circuit voltage: this voltage is measured between both cathode substitution resistors.

The voltage to the starting aid, if any, shall comply with the specified voltage.

A.3.2 Particular conditions for measurement and data processing with preheat circuits

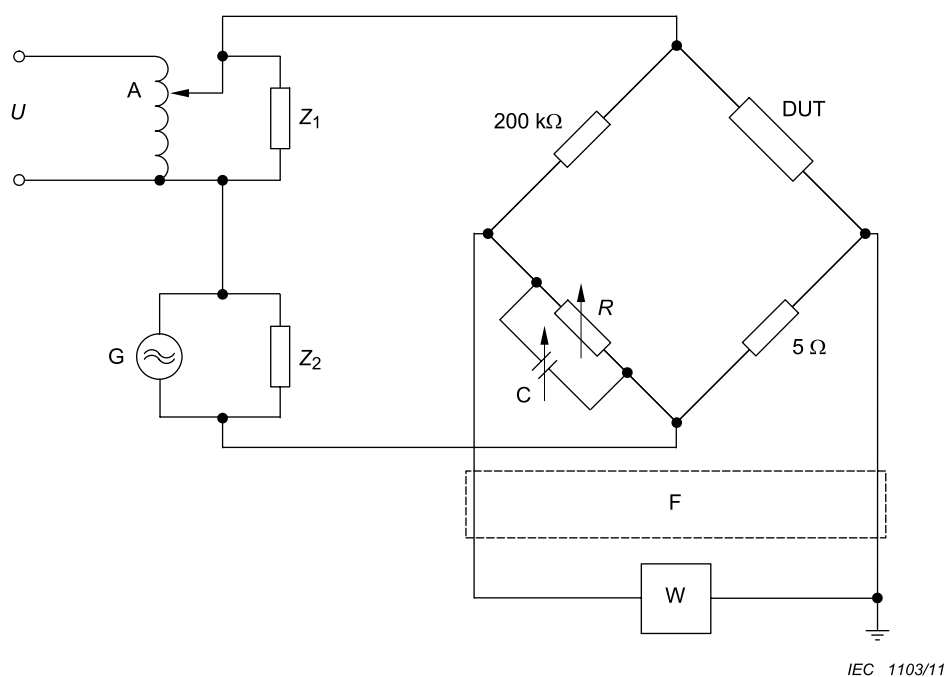
With the aid of the measuring device, the heating current and open-circuit voltage are determined in relation to time.

For a steady state r.m.s. current or r.m.s. voltage respectively, the effective value of the heating current/voltage is determined by observation of one single HF period from which the effective value and the crest factor are determined.

A direct measurement of the effective value might be possible with suitable instrumentation.

For a varying current, the effective value of the heating current is defined as such value which is equivalent to a steady state r.m.s. current of the same heating effect.

With the aid of the formula given on the lamp data sheets the time to emission is calculated (see 7.2.2).

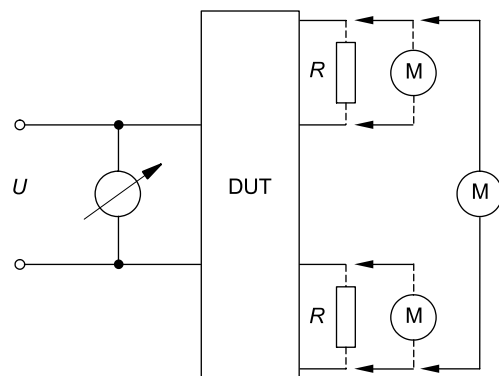


Key

- U supply 50 Hz (60 Hz)
- G generator 250 Hz...2 000 Hz
- A supply transformer 50 Hz or 60 Hz
- DUT device (control gear) under test
- Z_1 impedance of value sufficiently high for 50 Hz or 60 Hz, sufficiently low for 250 Hz to 2 000 Hz (e.g. resistance 15 Ω + capacitance 16 μF)
- Z_2 impedance of value sufficiently low for 50 Hz or 60 Hz, sufficiently high for 250 Hz to 2 000 Hz (e.g. inductance 20 mH)
- F filter 50 Hz or 60 Hz
- W selective voltmeter or wave analyser
- R variable bridge resistor ($R' = 5 \Omega$; $R'' = 200 \text{ k}\Omega$)
- C variable bridge capacitor

NOTE The value of 200 k Ω for one branch of the bridge is not critical.

Figure A.1 – Measurement of impedance at audio frequencies



IEC 1104/11

Key

U supply

DUT device (control gear) under test

M measuring device

R See lamp data sheets, substitution resistor for testing cathode preheat requirements

Figure A.2 – Test circuit for control gear for preheat starting mode

Annex B (normative)

Reference ballasts

B.1 Marking

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

- the words “reference ballast” or “HF reference ballast” as applicable, in full;
- identification of the responsible vendor;
- serial number;
- rated lamp wattage and calibration current;
- rated supply voltage and frequency.

B.2 Design characteristics

B.2.1 General design for frequencies of 50 Hz or 60 Hz

A reference ballast is a self-inductive coil, with or without an additional resistor, designed to give the operating characteristics of Clause B.3.

It may be used either in a circuit employing a starter or, where applicable, in a circuit including separate power sources to heat the lamp cathodes.

B.2.2 Reference ballast for frequencies of 25 kHz

A HF reference ballast is a resistor designed to give the operating characteristics of Clause B.4.

Since the type of HF reference ballast is intended to serve as a permanent baseline of reference, it is vitally important that the ballast be so constructed as to provide permanence of impedance under normal conditions of use.

For this purpose, it may be provided with suitable means of restoring the reference resistance.

An HF reference ballast shall be enclosed in a case for mechanical and electrical protection. Care should however be taken for proper conduction of the dissipated wattage losses.

B.2.3 Protection

The control gear shall be protected, for example by means of a suitable steel case, against magnetic influence in such a way that its ratio of voltage to current at the calibration current shall not be changed by 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 control gear enclosure.

Moreover, the control gear shall be protected against mechanical damage.

B.3 Operating characteristics for frequencies of 50 Hz or 60 Hz

B.3.1 Rated supply voltage and frequency

The rated supply voltage and frequency of a reference ballast shall be in accordance with the values given in IEC 60081 or 60901 on the relevant lamp data sheets.

B.3.2 Ratio of voltage to current

The ratio of voltage to current of a reference ballast shall have the value given in IEC 60081 or IEC 60901 on the relevant lamp data sheet, subject to the following tolerances:

- $\pm 0,5 \%$ at the calibration current value;
- $\pm 3 \%$ at any other value of current from 50 % to 115 % of the calibration current.

B.3.3 Power factor

The power factor of the reference ballast determined at the calibration current shall be as shown in IEC 60081 or IEC 60901 on the relevant lamp data sheets, subject to a tolerance of $\pm 0,005$.

B.3.4 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, and after thermal stabilisation, the temperature rise of the ballast winding shall not exceed 25 K, when measured by the “change in resistance” method.

B.4 Operating characteristics for frequencies of 25 kHz

B.4.1 General

The following specifications apply to measurements made at rated input voltage and rated frequency of the HF reference ballast and with a room temperature of 25 °C $\pm$ 5 °C and with stabilised temperature of the reference ballast.

B.4.2 Impedance

The impedance of an HF reference ballast shall have the value given on the relevant lamp data sheets in IEC 60081 or IEC 60901, subject to the following tolerances:

- $\pm 0,5 \%$ at the calibration current value;
- $\pm 1 \%$ at any other value of current between 50 % and 115 % of the calibration current.

B.4.3 Series inductance and parallel capacitance

The series inductance of a reference resistor shall be less than 0,1 mH and its parallel capacitance shall be less than 1 nF.

B.5 Circuit for frequencies of 25 kHz (see Figure B.1)

B.5.1 Cathode heating

HF reference ballasts may be used in a circuit employing separate power sources to heat the lamp cathodes for proper starting of the lamp. These power sources shall be disconnected when measuring a lamp.

B.5.2 Power supply

The HF voltage supply used for the adjustment of or test with the HF reference ballast shall be such that at full load the r.m.s. summation of the harmonic contents shall not exceed 3 % of the fundamental component.

This supply shall be as steady and free from sudden changes as possible. For best results the voltage should be regulated to within 0,2 %.

For resistor type reference ballasts the frequency shall be within 2 %.

B.5.3 Instruments

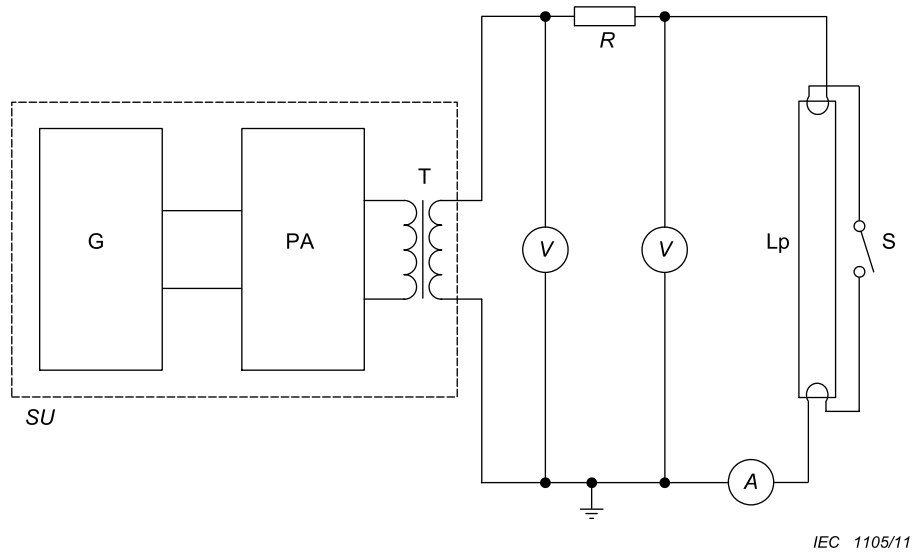
All instruments used in HF reference ballast measurements should be suitable for high frequency operation.

Details are under consideration.

B.5.4 Wiring

Connecting cables should be as short and straight as possible to avoid parasitic capacitance.

The parasitic capacitance parallel to the lamp shall be less than 1 nF.



IEC 1105/11

Key

<i>SU</i>	supply
<i>G</i>	sine generator
<i>PA</i>	power amplifier
<i>T</i>	isolating transformer
<i>R</i>	reference resistor
<i>Lp</i>	lamp
<i>S</i>	starting switch

Figure B.1 – HF reference circuit

Annex C (normative)

Conditions for reference lamps

A lamp which has been aged for at least 100 h is considered to be a reference lamp according to 3.4 if, when associated with a reference ballast under the conditions defined in Annex A and operating in an ambient temperature of 25 °C, the lamp wattage, voltage at lamp terminals or lamp operating current do not deviate by more than 2,5 % from the corresponding rated values, as appropriate, given in IEC 60081 and IEC 60901.

For reference lamps operated without a starter, if the cathode resistance is higher than 10 % over the rated value of the lamp data sheet, 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 passed by a stabilised reference lamp associated with a reference ballast shall show substantially the same waveform in successive half-cycles.

NOTE This limits the possible generation of even harmonics by any rectifying effect.

Annex D (informative)

Explanation of starting conditions

D.1 General

The requirements for starting conditions given in Clause 7, and the associated data given in lamp data sheets in IEC publications, have been specified to encompass the different lamp starting methods which can be employed by electronic control gear.

As these starting methods can be more complex than those of conventional 50 Hz or 60 Hz circuits, this annex is provided to assist the interpretation of the requirements of this standard and the data specified on lamp data sheets.

D.2 Characteristics which affect lamp starting

There are five main physical characteristics which influence the starting mechanism of a fluorescent lamp:

- cathode heating: Energy supplied for preheating and time of application;
- open circuit voltage: Voltage across lamp and to starting aid both during preheating and at the moment of lamp ignition;
- environmental conditions: Ambient temperature, relative humidity;
- lamp physical conditions: Type of filling gas and its pressure, lamp dimensions, the inclusion of an internal conducting film;
- supply and luminaire conditions: Operating frequency, starting aid dimension and spacing.

All of these characteristics interact with each other in a complex manner and if the correct combination is not obtained for a chosen method of starting, poor lamp performance can result (e.g. reduced lamp life, reduced number of starting cycles for a given lamp life, excessive end blackening of the lamp).

D.3 Principal methods of lamp starting

Traditionally, there have been two principal methods of starting fluorescent lamps associated with 50 Hz or 60 Hz control gear, preheated cathode starting and non-preheated cathode starting.

Both of these methods can be used with electronic control gear, but due to the higher technological features that can be built into electronic control gear, revised methods of specifying, measuring and assessing the starting characteristics often have to be adopted.

Although electronic control gear may produce lamp starting conditions in a more complex way than conventional 50 Hz or 60 Hz control gear, the same principles apply if good lamp performance is to be obtained.

D.4 Particular methods of lamp starting

D.4.1 Preheat starting

Different methods of providing preheated cathode lamp starting are normally used, but all can be summarised in that a sufficient amount of energy has to be supplied to the cathode. Particular solutions may exist on basis of more or less constant current or voltage controlled preheat mode.

With all of these methods, the following requirements must be satisfied during the starting period if satisfactory lamp performance is to be obtained.

- a) Prior to cathodes reaching emission, open-circuit voltages across the lamp and/or from lamp to starting aid must be kept below the level which causes cathode-damaging lamp glow currents.
- b) After cathodes have reached emission, open-circuit voltages must be adequate to start the lamp quickly and without repeated starting attempts.
- c) If open-circuit voltages have to be elevated to achieve lamp starting, once cathodes have reached emission, the transition from low to high open-circuit voltage must occur whilst the cathodes are still at emission temperature.
- d) During the cathode preheating period, the heating current or voltage must not be so excessive that the emissive material on the cathodes is damaged by overheating.

As the required open-circuit voltages for preheat starting are relatively low, multilamp series circuits can be utilised for some types of lamps.

In such a scheme, starting capacitor(s) are sometimes employed to shunt part of the combination of lamps while full open-circuit voltage is applied to the unshunted lamp. The size of the starting capacitor relates to the potentially troublesome glow current during the initial phase of starting. Attention is necessary to balance starting capacitor size with ease of starting and other lamp and control gear performance attributes.

D.4.2 Non-preheat starting

This method of lamp starting takes advantage of the field emission that occurs at the unheated cathodes of a lamp when a high open-circuit voltage is instantaneously applied across the lamp.

The level of open-circuit voltage and the source impedance of the control gear determine the time it takes for the lamp to pass through the glow current stage of the discharge to the full arc state.

One of the major reasons for excessive lamp end blackening and subsequent early lamp failure is due to unduly high and/or long-lasting glow discharge currents during the starting process. To minimise the damaging effects of the glow discharge current it is necessary to ensure that a minimum value of open-circuit voltage is provided and that the control gear has the ability to “drive” the lamp rapidly through this phase without making repeated attempts at lamp starting which extend for greater than 100 ms.

Some control gear may make use of currents in the lamp cathodes for purposes other than adequate cathode heating (e.g. for supporting starting with reduced starting voltages). In such instances the limitations on maximum cathode current must be observed to avoid cathode overheating.

D.5 Interpretation of the requirements of Clause 7 and the information given on lamp data sheets

D.5.1 Preheat starting

D.5.1.1 Heating energy and emission time (t_s)

D.5.1.1.1 Minimum values for the heating energy

The amount of heat necessary to bring a given cathode type to the minimum emission temperature can be stated in terms of time and two constants, Q and P, which are determined by the physical properties of the given cathode type.

This relationship can be expressed by the following equation:

$$E_{\min} = Q_{\min} + P_{\min} \times t$$

$$E_{\max} = Q_{\max} + P_{\max} \times t$$

where

$t = t_s$ is the time to starting (s). Lamp standards use the parameter t_s as a certain, distinct point of time. In reality, however, this is a value between t_1 and t_2 . The interval (t_1 , t_2) is depicted in Figure 1;

NOTE Emission time less than 0,4 s is normally not acceptable because experience has shown that satisfactory cathode preheating is not always achievable in practice.

$Q_{\min}$ is a constant dependent on the cathode type (J);

$P_{\min}$ is a constant dependent on the cathode type (W);

$E_{\min}$ is the minimum value of the heating energy (J);

$Q_{\max}$ is a constant dependent on the cathode type (J);

$P_{\max}$ is a constant dependent on the cathode type (W);

$E_{\max}$ is the maximum value of the heating energy (J).

The values of the constants Q and P are given on each relevant lamp data sheet, together with the value of the cathode substitution resistor. Elementary calculations can of course be done in order to transform energy values into current or voltage values, if needed for the special type of control gear.

The value of the effective heating energy $E_{\min}$ can be calculated by inserting the measured value of t_s into the above equation which is also given on each lamp data sheet.

D.5.1.1.2 Maximum values of heating energy

Maximum levels of heating energy are calculated from the formula for $E_{\max}$ and the values given on each lamp data sheet, measured with the required value of the substitution resistor.

A schematic representation of these requirements is given in Figure 1.

NOTE If the preheat energy supply is interrupted, the energy transfer to the electrodes is zero. Since Figure 1 shows the energy supplied (and not the energy content of the electrodes), at the time of supply interruption, the energy curve remains constant, i.e. a horizontal line. The energetic behaviour of the electrodes, e.g. losses due to cooling down, are described by the slope P of the equation $E = Q + P \times t$.

D.5.1.2 Open-circuit voltages

The data in the relevant lamp data sheets is given for systems that require the use of a starting aid and for systems that do not require a starting aid. It is essential that the correct system is identified before the testing.

For some lamp types, the relevant lamp data sheets specify values of maximum open-circuit voltage prior to time t_e being reached which are higher than, or the same as, the minimum values of open-circuit voltage specified after time t_e has been reached. Control gear designed for these lamp types do not necessarily have to elevate the open-circuit voltage to start these lamps correctly.

D.5.2 Non-preheat starting

Open-circuit voltage measurement alone does not necessarily ensure that a control gear will start a lamp cleanly and with the required minimal glow current period. Some control gear are initially unable to supply the current necessary to drive the lamp quickly through the glow state and into the arc state.

To avoid this situation a control gear impedance test is made with a lamp substitution resistor.

The values of the lamp substitution resistor and the minimum current level which must be obtained in this resistor are shown on the relevant lamp data sheet.

D.6 Measurement requirements

As the pre-start and starting characteristics of electronic control gear do not necessarily provide steady state voltage and currents, it is necessary to apply measuring devices and techniques that will cope with these conditions.

Annex E (normative)

Control interface for controllable control gear

E.1 Overview

This annex specifies the control interface for controllable control gear. The arc power of the electronic control gear is controlled between minimum/off and maximum values by the control signal applied to the control terminals of the control gear.

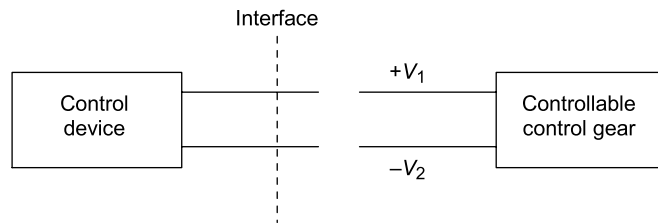
If the control signal is not connected, the control gear shall give the maximum value of arc power as defined in IEC 61347-1 and IEC 61347-2-3 or the system failure level, if applicable.

This annex does not cover any requirements for the control unit.

E.2 Control by d.c. voltage

E.2.1 Circuit diagram

A functional specification for d.c. voltage control is shown in Figure E.1.



IEC 1106/11

Figure E.1 – Functional specification for d.c. voltage control

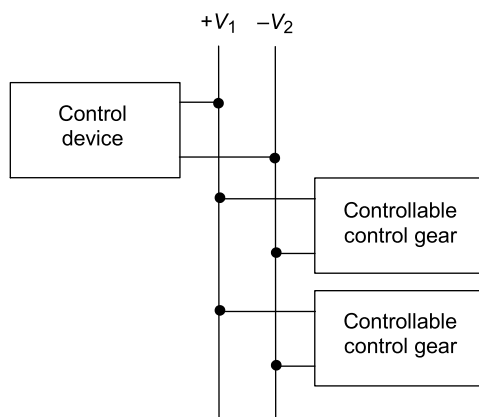
The arc power of a controllable control gear is controlled by the d.c. voltage on the control input of the controllable control gear. The d.c. voltage has the following characteristics:

Control signal range

$V_{1,2}$ = between 10 V and 11 V:	maximum value of arc power
$V_{1,2}$ = between 0 V and 1 V:	minimum value of arc power / minimum light output
$V_{1,2}$ = between 1 V and 10 V:	arc power rising from minimum to maximum value
$V_{1,2}$ = between 0 V and 11 V:	stable lamp operation with stable light output

E.2.2 Connection diagram

Depending on current-carrying capacity, several controllable control gear can be connected to one control device in the following way (see Figure E.2):



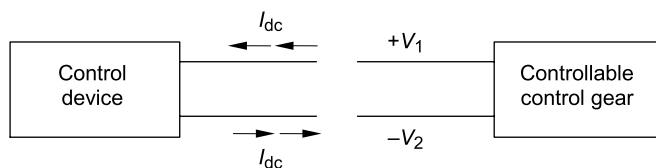
IEC 1107/11

Figure E.2 – Connection diagram for several controllable control gear

E.2.3 Electrical specifications

E.2.3.1 Circuit diagram

The controllable control gear is current sourcing (see Figure E.3).



IEC 1108/11

Figure E.3 – Circuit diagram with current sourcing

E.2.3.2 Control input voltage limits

The control gear shall not be damaged when the control input voltage $V_{1,2}$ is between -20 V and $+20\text{ V}$.

The control gear shall not produce voltages that exceed the limiting values for the control unit and under no circumstances shall exceed the following:

$$V_{1,2} \text{ between } -20\text{ V and } +20\text{ V.}$$

The control terminals shall be reverse polarity protected. In that case, the control gear shall operate with minimum light output or shall not operate.

At control input voltages between 0 V and 11 V , there shall be stable light output.

This shall be tested by visual inspection.

E.2.3.3 Control input current limits

Limits for the control input current, to be supplied to the control unit, are 10 μ A minimum and 2 mA maximum.

The value of the control input current shall be declared or stated on the control gear.

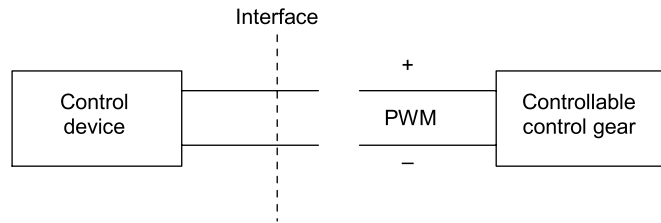
E.2.3.4 Switch-on

Switch-on is allowed at any dimming position.

E.3 Control by pulse width modulation (PWM)

E.3.1 Circuit diagram – functional specification for PWM control

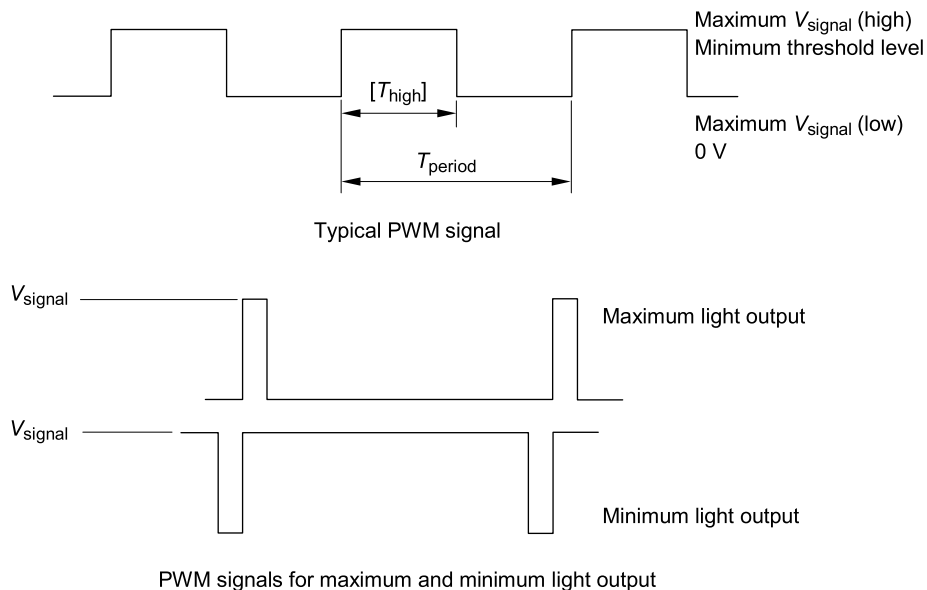
The schematic circuit diagram of the functional specification for PWM is shown in Figure E.4 and Figure E.5.



IEC 1109/11

Figure E.4 – Functional specification for PWM control

The arc power of a controllable control gear is controlled by the PWM signal on the control input of the controllable control gear. The arc power is changed by varying the percentage of time for which the PWM signal is at V_{signal} . The PWM signal has the following characteristics:



IEC 1110/11

Figure E.5 – PWM signal characteristics

The voltage of the signal is between $V_{\text{signal}}(\text{low})$ and $V_{\text{signal}}(\text{high})$, where:

$V_{\text{signal}}(\text{low})$ minimum is 0 V;

$V_{\text{signal}}(\text{low})$ maximum is 1,5 V;

$V_{\text{signal}}(\text{high})$ minimum is 10 V;

$V_{\text{signal}}(\text{high})$ maximum is 25 V;

T_{period} (cycle time) is 1 ms minimum and 10 ms maximum.

For the light output, the following specification are defined:

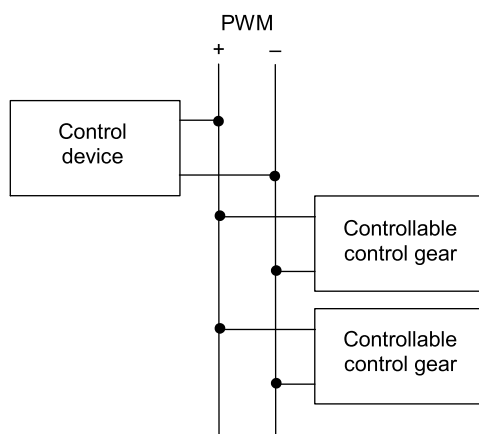
- full light output when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is 0 % to 5 % $\pm$ 1 %;
- 1 % or minimum light output when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is 95 % $\pm$ 1 %;
- switch-off when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is >95 %;

NOTE This part of the signal is reserved for switch-off. However, if a control gear does not possess this feature its output should remain at minimum.

- no switch-off when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is <95 %.

E.3.2 Connection diagram

Depending on current-carrying capacity, several controllable control gear can be connected to one control unit in the way present in Figure E.6.



IEC 1111/11

Figure E.6 – Connecting diagram for PWM controllable control gear

E.3.3 Electrical specifications

The control unit is current-sourcing and the control gear is current-sinking.

E.3.3.1 Signal voltage limits

The control gear shall not be damaged when the signal voltage V_{signal} is below 25 V.

The control terminals shall be reverse polarity protected. In that case, the control gear shall not operate.

E.3.3.2 Control terminals impedance

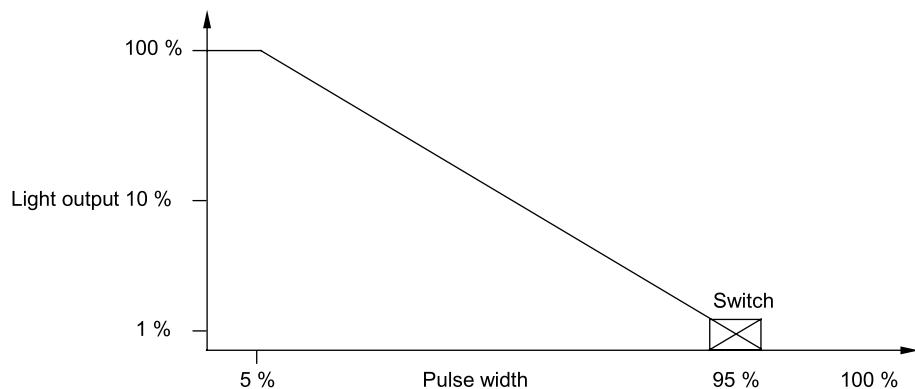
The control terminal impedance shall be between 1 k Ω and 10 k Ω .

E.3.3.3 Input current

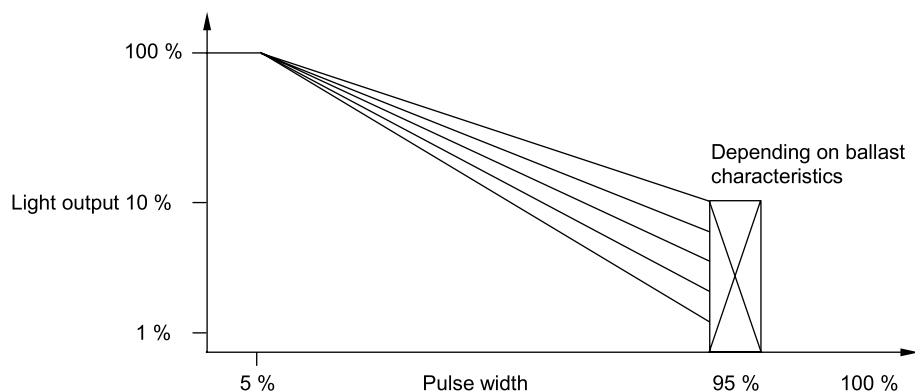
The value of the input current at 12 V stable shall be declared or stated on the control gear.

E.3.4 Examples of control characteristics

Figure E.7 gives examples of control characteristics.



Dimming curve for controllable control gear with minimum light output 1 %



Dimming curve for controllable control gear with minimum light output higher than 1 %

IEC 1112/11

Figure E.7 – Dimming curve for controllable control gear

Annex F (informative)

Examples of suitable test set-ups for SoS and CV testing

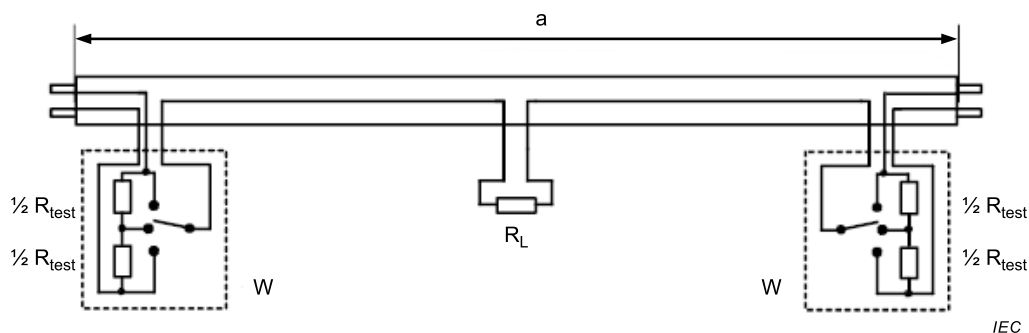
F.1 General

Conductor length and arrangement between control gear and substitution resistors are according to CISPR TR 30-1. Substitution resistors and switches should be located as close as possible to the location of lamp electrodes, and lamp resistors should be located as close as possible to the lamp centre.

F.2 Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps

See Figure F.1.

NOTE A “lamp dummy” represents the complete replacement of one lamp, consisting of R_L and R_{test} .



Key

R_L	lamp substitution resistor
R_{test}	cathode substitution resistor
W	cathode substitution circuit

Figure F.1 – Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps

F.3 Circuit set-up for single and multi-lamp electronic control gear for double-capped fluorescent lamps

The test set-up contains lamp dummies and substitution resistors; hence, it simulates the layout of symmetrically wired real lamps in a luminaire.

Figure F.2a represents the measurement set-up for single or double electronic lamp control gears and Figure F.2b for three and four lamp electronic control gears. For details see CISPR TR 30-1.

Dimensions in millimetres

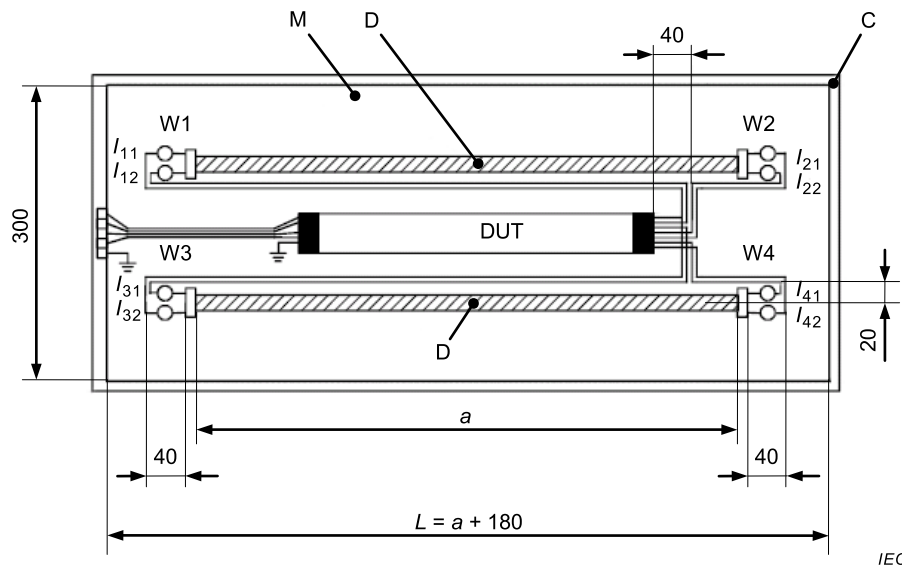


Figure F.2a – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two double-capped fluorescent lamps

Dimensions in millimetres

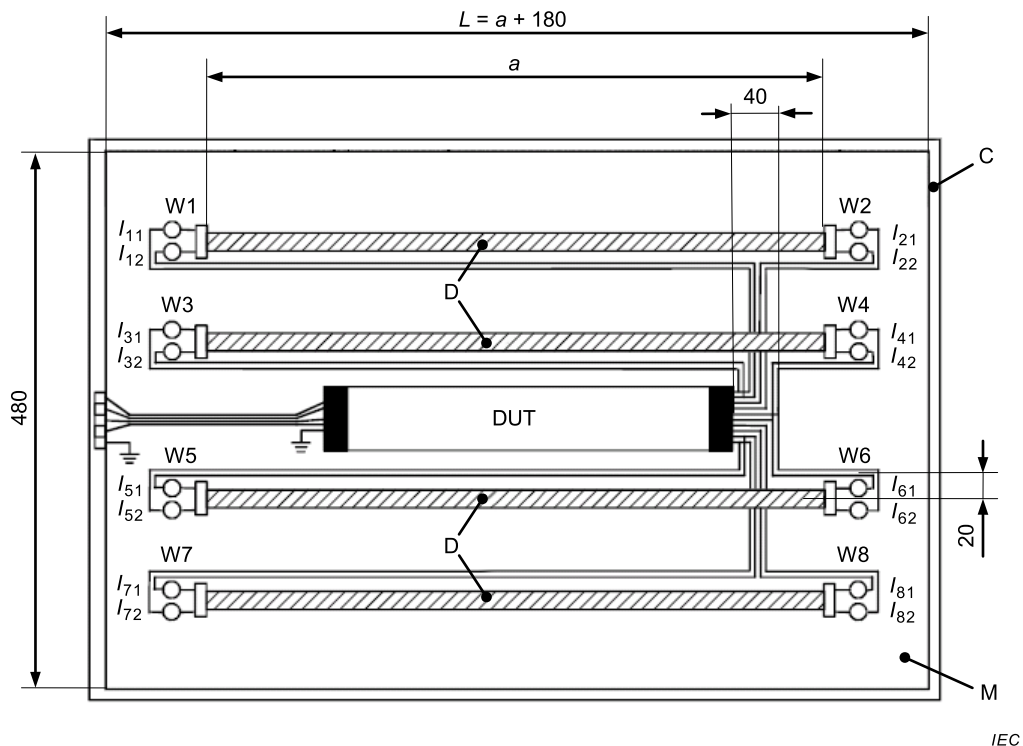


Figure F.2b – Typical test set-up for electronic control gear operating three or four double-capped fluorescent lamps

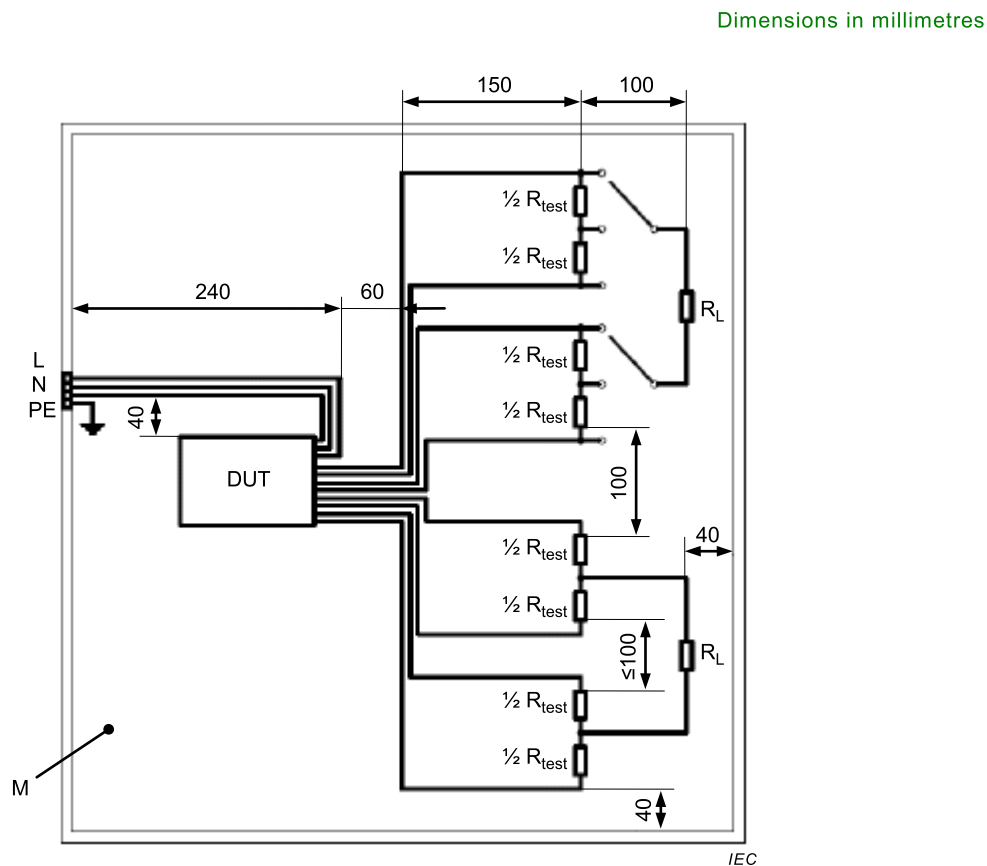
Key

DUT	control gear under test	M	metal plate
D	lamp dummy	a	length of the lamp
C	insulation material	W1... m	substitution circuit for cathode (= filament) 1... m
I_{nn}	currents as explained in Figure 3		

Figure F.2 – Typical test set-ups for electronic control gear operating double-capped fluorescent lamps

F.4 Circuit set-up for single and multi-lamp electronic control gear for single-capped fluorescent lamps

Figure F.3 shows the test set-up for electronic control gears, operating simultaneously one or two compact fluorescent lamps.



Key

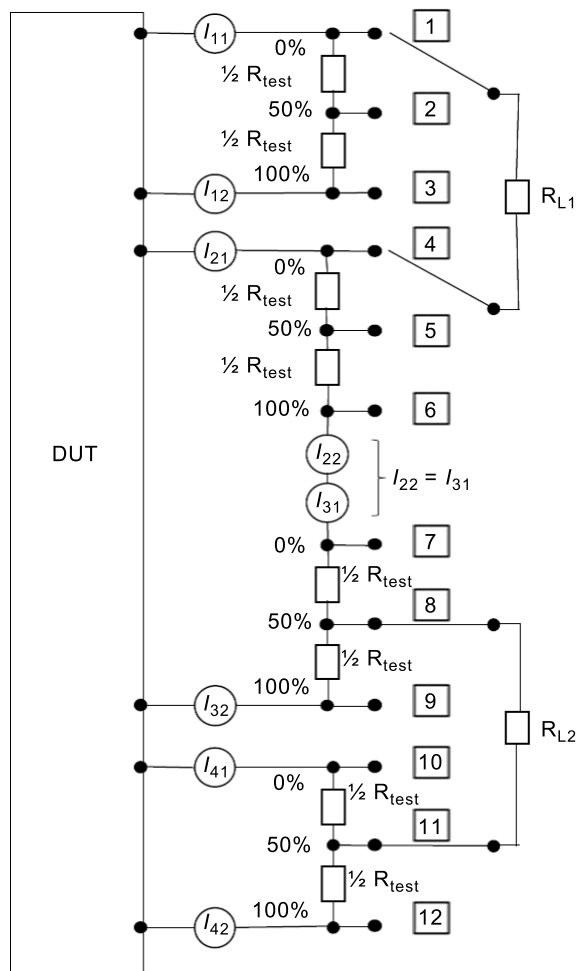
- M metal plate, 1 mm thick
- DUT control gear under test
- R_L lamp substitution resistor

See also Figure 3.

Figure F.3 – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two single-capped fluorescent lamps

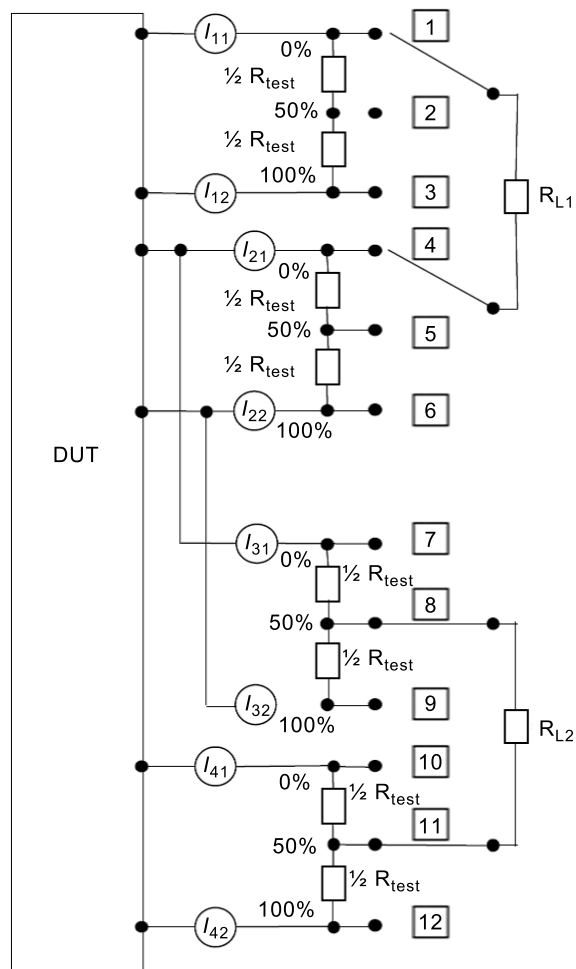
F.5 Circuit set-up for connecting two lamps in series

Figure F.4 shows the test circuit set-up for connecting two lamps in series. It is set to following Figure F.4a or Figure F.4b with the connection method of a common filament.



IEC

Figure F.4a – Common filament connected in series



IEC

Figure F.4b – Common filament connected in parallel

Key

DUT control gear device under test

R_{L1} , R_{L2} lamp substitution resistor

1...6, 7...10 switch positions

Figure F.4 – Typical test set-up for electronic control gear for connecting two lamps in series

Annex G
(informative)

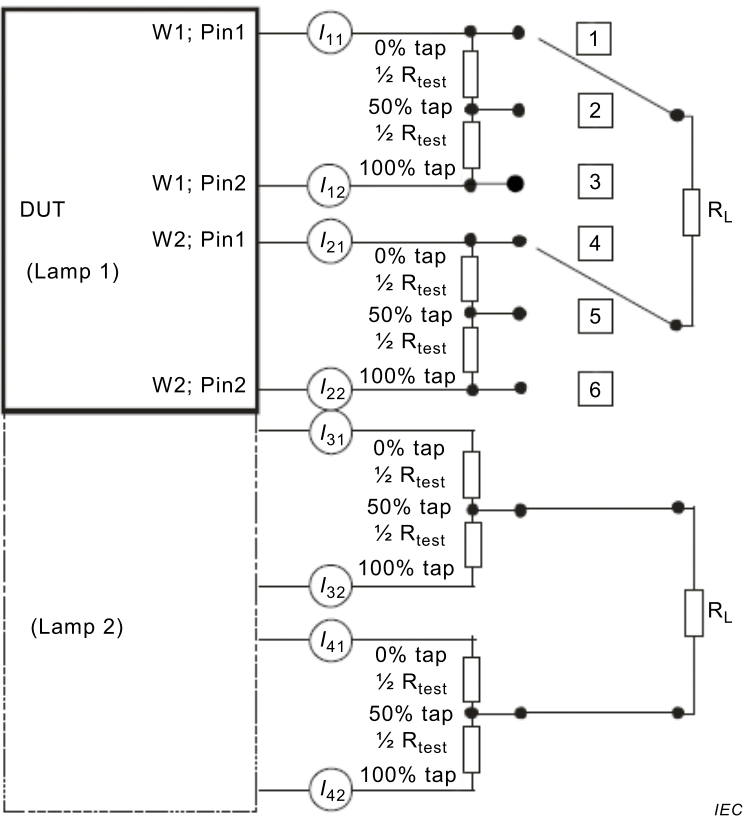
Example of a SoS-CV test with diagrammatic view

G.1 Listing of the necessary tests

In Annex G, the transformation of the measured data is made by means of the relevant equation from the IEC lamp data sheets and analysis is made by presentation of the calculated results in diagrams. Table G.1 shows a survey of the necessary tests on one example. Figure G.1 shows the corresponding circuit.

Table G.1 – List of necessary tests

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}
Check CV vs CV_{min} at 10 % I_{test}
Check SoS vs SoS_{min} at 30 % I_{test}
Check SoS vs SoS_{min} at 60 % I_{test}



Key
1...6 switch positions
Wx; Piny control gear terminal for cathode x, lead wire y
See also Figure 3.

Figure G.1 – Example of test circuit set-up reflecting the necessary measurements of Table G.1

G.2 Form sheet (example) for recording the measured values of a continuous dimming electronic control gear with lamps FDH-54-G5-L/P-16/1150

Examples of recording of values for a continuous dimming control gear according to Figure F.2 are given in the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{test}	A	0,480
$I_{\text{D,min}}$	A	0,050
$I_{\text{D,max}}$	A	0,380
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
CV_{min} at 10 % I_{test}	V	3,20
SoS_{min} at 30 % I_{test}	A ²	0,282
SoS_{min} at 60 % I_{test}	A ²	0,154
R_{test1}	Ω	7,5
R_{test2}	Ω	8,5
R_{L10min}	Ω	3 000
R_{L10max}	Ω	5 600
R_{L30}	Ω	1 100
R_{L60}	Ω	470

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}					
I_D	A	0,050		0,144	0,288
R_L	Ω	3 000	5 600	1 100	470
R_{test}	Ω	8,5			
Switches W1-W8:50 % tap					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
I_{51}	A				
I_{52}	A				
I_{61}	A				
I_{62}	A				
I_{71}	A				
I_{72}	A				
I_{81}	A				
I_{82}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Check CV vs CV _{min} at 10 % I _{Test}			
I _D	A	0,050	
R _L	Ω	3 000	5 600
R _{test}	Ω	7,5	
Switches W1-W8: 50 % tap			
CV ₁	V		
CV ₂	V		
CV ₃	V		
CV ₄	V		
CV ₅	V		
CV ₆	V		
CV ₇	V		
CV ₈	V		

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check Lamp 3 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS ₅	A ²					
SoS ₆	A ²					

Check Lamp 4 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS ₇	A ²					
SoS ₈	A ²					

Check SoS vs SoS _{min} at 60 % I_{Test}		
I_D	A	0,288
R_L	Ω	470
R_{test}	Ω	7,5
Switches W1-W8: 50 % tap		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
SoS ₁	A ²	
SoS ₂	A ²	
SoS ₃	A ²	
SoS ₄	A ²	
SoS ₅	A ²	
SoS ₆	A ²	
SoS ₇	A ²	
SoS ₈	A ²	

G.3 Form sheet (example) for recording the measured values of a 50 % step-dim electronic control gear with lamps FDH-54-G5-L/P-16/1150

Examples of recording of values for a 50 % step-dimming control gear according to Figure F.2 are given with the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{test}	A	0,480
I_{D} (50 %)	A	0,240
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
A	—	96,17
B	—	–1,266
R_{L}	Ω	(586 calculated) 560 selected
X'_{1}	A^2	0,410
Y'_{1}	A	0,889
SoS_{min} at I_{D} (calculated)	A^2	0,197
R_{test1}	Ω	7,5
R_{test2}	Ω	8,5

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV _{max}		
I_D	A	0,240
R_L	Ω	560
R_{test}	Ω	8,5
Switches W1-W8: 50 % tap		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
CV ₁	V	
CV ₂	V	
CV ₃	V	
CV ₄	V	
CV ₅	V	
CV ₆	V	
CV ₇	V	
CV ₈	V	

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check Lamp 3 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS ₅	A ²					
SoS ₆	A ²					

Check Lamp 4 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS ₇	A ²					
SoS ₈	A ²					

G.4 Form sheet (example) how to depict the measured values of a continuous dimming electronic control gear with two lamps in series

Examples of recording of values for a continuous dimming control gear according to Figure F.4 are given in the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}					
I_D	A				
R_L	Ω				
R_{test}	Ω				
Switches W1 to W8: 50 % tap					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Check CV vs CV_{min} at 10 % I_{test}			
I_D	A		
R_L	Ω		
R_{test}	Ω		
Switches W1 to W12: 50 % tap			
CV_1	V		
CV_2	V		
CV_3	V		
CV_4	V		
CV_5	V		
CV_6	V		
CV_7	V		
CV_8	V		

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at 30 % I _{test}						
I _D	A					
R _L	Ω					
R _{test}	Ω					
Switches W1 to W8		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I ₃₁	A					
I ₃₂	A					
I ₄₁	A					
I ₄₂	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at 30 % I _{test}						
I _D	A					
R _L	Ω					
R _{test}	Ω					
Switches W1 to W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I ₃₁	A					
I ₃₂	A					
I ₄₁	A					
I ₄₂	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check SoS vs SoS _{min} at 60 % I _{test}		
I _D	A	
R _L	Ω	
R _{test}	Ω	
Switches W1 to W8: 50 % tap		
I ₁₁	A	
I ₁₂	A	
I ₂₁	A	
I ₂₂	A	
I ₃₁	A	
I ₃₂	A	
I ₄₁	A	
I ₄₂	A	
SoS ₁	A ²	
SoS ₂	A ²	
SoS ₃	A ²	
SoS ₄	A ²	

Bibliography

CISPR TR 30-1:2012, *Test method on electromagnetic emissions – Part 1: Electronic control gear for single- and double-capped fluorescent lamps*

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61547, *Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements*

ITU-T Recommendation Z.100, *Specification and description language (SDL)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	68
INTRODUCTION	70
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives	71
3 Termes et définitions	72
4 Généralités sur les essais	73
5 Marquage	74
5.1 Marquages obligatoires	74
5.2 Informations obligatoires supplémentaires	74
5.3 Informations non obligatoires	75
6 Remarque d'ordre général	75
7 Conditions d'amorçage	75
7.1 Généralités	75
7.2 Conditions pour les appareillages avec préchauffage	75
7.2.1 Généralités	75
7.2.2 Energie de préchauffage	76
7.2.3 Tension en circuit ouvert	77
7.3 Conditions pour les appareillages sans préchauffage	77
7.3.1 Généralités	77
7.3.2 Tension en circuit ouvert	77
7.3.3 Essai d'impédance de l'appareillage	78
7.3.4 Courant cathodique	78
7.4 Dispositif d'aide à l'amorçage et distances	78
8 Conditions de fonctionnement	78
8.1 Facteur de flux lumineux du ballast	78
8.2 Puissance globale du circuit	79
8.3 Exigences pour la gradation	79
8.3.1 Chauffage des cathodes de la lampe	79
8.3.2 Interfaces de commande	89
8.4 Limitation du courant de la lampe	89
9 Facteur de puissance du circuit	90
10 Courant d'alimentation	90
11 Courant maximal aux entrées de cathode	90
12 Forme d'onde du courant de fonctionnement de la lampe	90
13 Impédance aux fréquences audio	90
14 Essais opérationnels dans les conditions anormales	91
14.1 Retrait de la ou des lampes	91
14.2 Echec d'amorçage des lampes	91
14.3 Comportement de l'appareillage en fin de vie de la lampe	91
15 Endurance	91
15.1 Généralités	91
15.2 Cycles de températures	91
15.3 Essai à $t_C + 10\text{ K}$	94

Annexe A (normative) Essais	98
Annexe B (normative) Ballasts de référence	103
Annexe C (normative) Conditions pour les lampes de référence	107
Annexe D (informative) Précisions sur les conditions d'amorçage	108
Annexe E (normative) Interface de commande pour les appareillages à gradation	112
Annexe F (informative) Exemples de montages d'essai adaptés aux essais SoS et CV	118
Annexe G (informative) Exemple d'essai SoS-CV avec vue schématique	122
Bibliographie.....	132

Figure 1 – Représentation schématique de l'énergie requise pour le préchauffage et l'amorçage	95
Figure 2 – Circuits d'essai pour le mode d'amorçage sans préchauffage	97
Figure 3 – Montage d'essai fondamental pour l'essai SoS	80
Figure 4 – Montage d'essai fondamental pour l'essai CV	81
Figure 5 – Exemple de cycles de température décrits en 15.2 d) 2)	93
Figure A.1 – Mesure des impédances aux fréquences audio	101
Figure A.2 – Circuit d'essai pour appareillage à mode d'amorçage par préchauffage	102
Figure B.1 – Circuit HF de référence	106
Figure E.1 – Spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue	112
Figure E.2 – Schéma de branchement pour plusieurs appareillages à gradation	113
Figure E.3 – Schéma avec source de courant	113
Figure E.4 – Spécification fonctionnelle pour la commande par PWM	114
Figure E.5 – Caractéristiques du signal PWM	115
Figure E.6 – Schéma de branchement pour appareillages à gradation à PWM	116
Figure E.7 – Courbe de variation pour appareillages à gradation	117
Figure F.1 – Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots	118
Figure F.2 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant des lampes fluorescentes à deux culots	119
Figure F.3 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à culot unique	120
Figure F.4 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique avec connexion de deux lampes en série	121
Figure G.1 – Exemple de montage de circuit d'essai reflétant les mesures nécessaires du Tableau G.1	122

Tableau 1 – Informations relatives à la durée de vie des appareillages	74
Tableau 2 – Inductances parasites, capacités et résistances de contact maximales admises d'un montage de circuit d'essai selon la Figure 3 et la Figure 4	81
Tableau 3 – Niveaux de gradation et valeurs mesurées	83
Tableau G.1 – Liste des essais nécessaires	122

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGES ÉLECTRONIQUES ALIMENTÉS
EN COURANT ALTERNATIF et/ou CONTINU
POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE –
EXIGENCES DE PERFORMANCES**

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60929 porte le numéro d'édition 4.1. Elle comprend la quatrième édition (2011-05) [documents 34C/963/FDIS et 34C/976/RVD] et son amendement 1 (2015-10) [documents 34C/1114/CDV et 34C/1157/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60929 a été établie par le sous-comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

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

NOTE Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences proprement dites: caractères romains.
- *Modalités d'essais: caractères italiques.*
- Notes: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

Le contenu du corrigendum de septembre 2011 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale spécifie les exigences de performances pour les appareillages électroniques alimentés en courant alternatif à 50 Hz ou 60 Hz et/ou continu jusqu'à 1 000 V, avec des fréquences de travail s'écartant de la fréquence d'alimentation, et utilisés en association avec des lampes tubulaires à fluorescence comme celles indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, et avec d'autres types de lampes tubulaires à fluorescence pour fonctionnement à haute fréquence, non encore normalisées.

Ces appareillages sont prévus pour faire fonctionner des lampes à des fréquences diverses, y compris les hautes fréquences, et à des puissances de lampes variables. L'attention est attirée sur le fait que les fréquences de travail inférieures à 20 kHz peuvent entraîner des perturbations acoustiques, tandis que les fréquences supérieures à 50 kHz peuvent accroître les problèmes liés aux perturbations radioélectriques.

Certaines lampes peuvent être spécialement conçues pour fonctionner en haute fréquence avec des appareillages à haute fréquence. Deux types d'amorçage, avec et sans préchauffage, sont décrits.

NOTE Les lampes spécifiées uniquement pour amorçage avec préchauffage peuvent fonctionner sur d'autres types de circuits. Il convient que le fabricant des appareillages fournisse des données d'essai mettant en évidence un amorçage et un fonctionnement satisfaisants similaires à ceux indiqués à l'Article 6.

En vue d'obtenir un fonctionnement satisfaisant des lampes à fluorescence et des appareillages électroniques, il est nécessaire d'harmoniser convenablement certaines de leurs caractéristiques. Il est, en conséquence, essentiel que les spécifications les concernant soient établies sur la base de mesures effectuées par rapport à une référence commune, stable et reproductible.

Ces conditions peuvent être obtenues au moyen de ballasts de référence. De plus, l'essai d'appareillages 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 à l'appareillage en essai et à un ballast de référence.

Alors que le ballast de référence pour des fréquences de 50 Hz ou de 60 Hz est une bobine auto-inductive, le ballast de référence à haute fréquence est une résistance en raison de sa neutralité par rapport à la fréquence et de son insensibilité aux capacités parasites.

APPAREILLAGES ÉLECTRONIQUES ALIMENTÉS EN COURANT ALTERNATIF et/ou CONTINU POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE – EXIGENCES DE PERFORMANCES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences de performances pour les appareillages électroniques alimentés en courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz et/ou continu jusqu'à 1 000 V à, avec des fréquences de travail s'écartant de la fréquence d'alimentation, et utilisés en association avec des lampes à fluorescence comme celles indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, ou avec d'autres types de lampes à fluorescence pour fonctionnement à haute fréquence.

NOTE 1 Les essais décrits dans la présente norme sont des essais de type. Les exigences pour les essais individuels d'appareillages en cours de production ne sont pas traitées.

NOTE 2 Il existe des normes régionales relatives à la législation sur les harmoniques du courant de réseau et l'immunité pour les produits finis tels que les luminaires et les appareillages indépendants. Dans un luminaire, l'appareillage constitue le facteur dominant à cet égard. Il convient que l'appareillage, ainsi que les autres composants, soient conformes à ces normes.

NOTE 3 Les exigences relatives à l'interface d'éclairage adressable numérique de l'appareillage électronique sont décrites dans l'IEC 62386.

2 Références normatives

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

IEC 60081:1997, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performance*
Amendement 1(2000)
Amendement 2 (2003)
Amendement 3 (2005)
Amendement 4 (2010)

IEC 60901:1996, *Lampes à fluorescence à culot unique – Prescriptions de performances*
Amendement 1(1997)
Amendement 2 (2000)
Amendement 3 (2004)
Amendement 4 (2007)

IEC 61347-1:2007, *Appareillages de lampes – Partie 1: Exigences générales et exigences de sécurité*
Amendement 1(2010)¹

IEC 61347-2-3 :2000, *Appareillages de lampes – Partie 2-3: Prescriptions particulières pour les ballasts électroniques alimentés en courant alternatif pour lampes fluorescentes*
Amendement 1(2004)
Amendement 2 (2006)

IEC 62386 (toutes les parties), *Interface d'éclairage adressable numérique*

¹ Il existe une édition consolidée 2.1 (2010) comprenant l'IEC 61347-1:2007 et son Amendement 1 (2010).

IEC TR 62750:2012, *Unified fluorescent lamp dimming standard calculations* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

dispositif d'aide à l'amorçage

bande conductrice appliquée à la surface extérieure d'une lampe, ou plaque conductrice située à une distance appropriée de la lampe

Un dispositif d'aide à l'amorçage est généralement relié à la terre et ne peut être efficace que s'il présente une différence de potentiel adéquate par rapport à une extrémité de la lampe.

3.2

facteur de flux lumineux du ballast

blf (en anglais *ballast lumen factor*)

rapport entre le flux lumineux de la lampe lorsque le ballast en cours d'essai fonctionne à sa tension assignée, comparé au flux lumineux de la même lampe lorsque celle-ci fonctionne avec le ballast de référence approprié, alimenté aux tensions et fréquences assignées qui lui sont propres

3.3

ballast de référence

ballast spécial, qui est soit inductif pour les lampes pour fonctionnement aux fréquences du réseau courant alternatif, soit résistif pour les lampes pour fonctionnement à haute fréquence

Il est conçu pour fournir un élément normalisé de comparaison pour l'essai des ballasts, pour la sélection des lampes de référence et pour le contrôle des lampes en cours de production, dans des conditions normalisées. Il est essentiellement caractérisé par le fait qu'à sa fréquence assignée, il présente un rapport tension/courant stable et peu sensible aux variations de courant et de température et aux influences magnétiques externes, comme indiqué dans la présente norme

[IEC 60050-845:1987, 845-08-36, modifiée]

3.4

lampe de référence

lampe destinée aux essais des appareillages qui, lorsqu'elle est associée à un ballast de référence, présente des caractéristiques électriques proches des valeurs nominales indiquées dans la norme relative à ce type particulier de lampe

NOTE Les conditions spécifiées sont indiquées en Annexe C.

3.5

puissance globale du circuit

puissance globale consommée par l'appareillage et la lampe combinés, lorsque l'appareillage fonctionne à sa tension et à sa fréquence assignées

3.6

facteur de puissance du circuit

λ

facteur de puissance de l'ensemble de l'appareillage et de la ou des lampes pour lesquelles il a été conçu

3.7

amorçage par préchauffage

type de circuit dans lequel les électrodes de la lampe sont portées à une température d'émission avant que la lampe ne s'allume effectivement

3.8

amorçage sans préchauffage

type de circuit utilisant une tension en circuit ouvert élevée qui entraîne une émission d'électrons secondaires en provenance des électrodes

3.9

durée de vie de l'appareillage électronique

durée de vie moyenne déclarée pour laquelle 90 % des appareillages électroniques sont toujours en fonctionnement

NOTE 1 Dans le contexte de la durée de vie, un appareillage électronique est "en fonctionnement" s'il remplit toujours ses fonctions prévues.

NOTE 2 Les fabricants appliquent des méthodes adaptées, par exemple le calcul statistique et/ou les essais de fiabilité.

3.10

température ambiante

t_a

gamme de températures de l'air autour de l'appareillage électronique, déclarée par le fabricant pour indiquer la gamme normale de températures de fonctionnement pour l'appareillage électronique

NOTE 1 La durée de vie de l'appareillage électronique est donnée à la température ambiante t_a ; afin de faciliter la mesure, la température correspondante du point t_c est également donnée.

NOTE 2 Il convient que la condition d'essai de mesure pour la température ambiante assignée au DUT (en anglais *device under test*) soit conforme à l'Annexe D de l'IEC 61347-1 à la tension assignée.

4 Généralités sur les essais

4.1 Les essais conformes à la présente norme sont des essais de type.

NOTE Les exigences et tolérances autorisées dans cette norme sont fondées sur les essais d'un échantillon d'essai de type soumis par le fabricant à cet effet. En principe, il convient que cet échantillon d'essai de type se compose d'éléments présentant des caractéristiques typiques de la production du fabricant, et qu'il soit aussi proche des valeurs centrales de production que possible.

On peut s'attendre, avec les tolérances données dans la présente norme, à ce que les produits fabriqués conformément à l'échantillon d'essai de type soient conformes à la norme, et ce pour la majorité de la production. Cependant, pour des raisons liées à la dispersion de la production, il est inévitable que certains produits ne respectent pas les tolérances indiquées. Pour de plus amples renseignements concernant les plans d'échantillonnage et les procédures à suivre pour les contrôles par attributs, voir l'IEC 60410.

4.2 Sauf spécification contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles.

4.3 Un seul appareillage est soumis à tous les essais, sauf indication contraire.

4.4 En général, tous les essais sont effectués sur chaque type d'appareillage ou, dans le cas d'une gamme de puissances pour des appareillages similaires, pour chaque puissance assignée de la gamme ou sur un lot représentatif d'une série, en accord avec le fabricant.

4.5 Les essais sont effectués dans les conditions indiquées à l'Annexe A. Les feuilles de caractéristiques de lampes qui ne figurent pas dans une publication de l'IEC doivent être fournies par le fabricant des lampes.

4.6 Tous les appareillages spécifiés dans la présente norme doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61347-2-3.

4.7 L'attention est attirée sur les normes de performances des lampes contenant « des informations relatives à la conception des appareillages »; il convient de suivre ces dernières pour garantir le bon fonctionnement des lampes; cependant, la présente norme n'exige pas d'essais de performances des lampes dans le cadre de l'approbation des essais de type pour l'appareillage.

5 Marquage

5.1 Marquages obligatoires

L'appareillage électronique doit porter de façon claire les marquages obligatoires suivants, selon le cas.

a) Facteur de puissance du circuit, par exemple 0,85.

Si le facteur de puissance est inférieur à 0,95 et s'il a une caractéristique capacitive, il doit être suivi de la lettre C, par exemple 0,85 C.

Si nécessaire, l'appareillage doit également porter le marquage suivant:

b) Le symbole Σ qui indique que l'appareillage est conçu pour satisfaire aux conditions d'impédance des fréquences audio.

5.2 Informations obligatoires supplémentaires

Outre les marquages obligatoires ci-dessus, les informations suivantes doivent être marquées sur l'appareillage ou doivent figurer dans le catalogue ou tout autre document fourni par le fabricant:

- a) une indication claire du type d'amorçage, à savoir avec ou sans préchauffage;
- b) une indication précisant si un appareillage nécessite un dispositif d'aide à l'amorçage;
- c) le facteur de flux lumineux du ballast s'il est différent de $1 \pm 0,05$;
- d) la durée de vie de l'appareillage est liée à la température ambiante et à la température mesurée sur le point de référence t_c .

A titre informatif, le format du Tableau 1 doit être utilisé. Correspondant aux valeurs de température ambiante fixes de 40 °C, 50 °C et 60 °C, les valeurs de la température mesurée sur le point de référence t_c et la durée de vie déclarée doivent être insérées par le fabricant. La valeur de la température du point t_c donnée dans le tableau ne doit jamais dépasser la valeur de t_c (IEC 61347-1); par conséquent, dans ce cas, la colonne dans laquelle la température du point t_c dépasse t_c ne sera pas remplie, mais au moins la colonne correspondant à une température ambiante de 40 °C doit toujours être remplie.

Tableau 1 – Informations relatives à la durée de vie des appareillages

Température ambiante	40 °C	50 °C	60 °C
Température mesurée sur le point de référence t_c	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Durée de vie	XX XXX ^b	XX XXX ^b	XX XXX ^b
^a valeurs en "°C" déclarées par le fabricant de l'appareillage			
^b valeurs "h" déclarées par le fabricant de l'appareillage			

NOTE 1 Des informations supplémentaires fournies par le fabricant de l'appareillage concernant la température ambiante et la durée de vie données dans le Tableau 1 sont autorisées.

NOTE 2 Pour les appareillages à puissances multiples, il convient de donner la condition de charge la plus défavorable ou un tableau pour chaque ensemble lampe/appareillage.

5.3 Informations non obligatoires

Informations, non obligatoires, qui peuvent être obtenues auprès du fabricant:

- a) fréquence de sortie assignée à une tension assignée, avec et sans lampe associée;
- b) limites de la gamme de températures ambiantes à l'intérieur de laquelle l'appareillage fonctionnera de façon satisfaisante à la tension déclarée (gamme);
- c) puissance globale du circuit.

6 Remarque d'ordre général

On peut s'attendre à ce que les appareillages conformes à la présente norme, fonctionnant en association avec des lampes conformes à l'IEC 60081 ou à l'IEC 60901 ou avec d'autres lampes à fluorescence prévues pour un fonctionnement en haute fréquence, assureront un amorçage satisfaisant de la lampe à une température ambiante à proximité immédiate de la lampe comprise entre 10 °C et 35 °C, ainsi qu'un fonctionnement satisfaisant entre 10 °C et 50 °C à des tensions comprises entre 92 % et 106 % de la tension assignée.

NOTE 1 Les caractéristiques électriques des lampes indiquées dans les feuilles de caractéristiques de lampes de l'IEC 60081 et de l'IEC 60901, et s'appliquant à un fonctionnement sur un appareillage de référence, pour une tension assignée et une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz, sont susceptibles de variations lorsque les lampes sont associées à un appareillage fonctionnant en haute fréquence et dans les conditions indiquées au point b) de 5.3 ci-dessus.

NOTE 2 Dans certaines régions, il existe une législation sur la CEM pour les luminaires. L'appareillage est également un facteur qui contribue au comportement en matière de CEM. Voir la Bibliographie pour les références.

7 Conditions d'amorçage

7.1 Généralités

L'amorçage des lampes par les appareillages ne doit pas affecter le fonctionnement des lampes lorsqu'elles sont mises en fonctionnement conformément à l'utilisation prévue. Les conditions d'amorçage sont détaillées à l'Annexe D.

La conformité est vérifiée par les essais de 7.2 à 7.4, selon le cas, prévus pour des appareillages fonctionnant sous n'importe quelle tension d'alimentation comprise entre 92 % et 106 % de sa valeur assignée.

7.2 Conditions pour les appareillages avec préchauffage

7.2.1 Généralités

L'appareillage doit être soumis aux essais conformément aux exigences suivantes et en appliquant les exigences de l'Article A.3. Les mêmes exigences relatives au préchauffage s'appliquent également aux appareillages à gradation à l'amorçage dans toutes les positions de variation de l'intensité.

La feuille de caractéristiques de la lampe fournit une résistance de substitution $R_{\text{sub}(\text{min})}$ qui est utilisée avec l'appareillage, afin de soumettre aux essais sa capacité à produire l'énergie minimale conformément à la feuille de caractéristiques de la lampe. Si l'appareillage ne fournit pas au moins l'énergie minimale, l'essai est considéré comme non réussi. La ligne d'énergie maximale doit être soumise aux essais avec une autre résistance de substitution $R_{\text{sub}(\text{max})}$ correspondant à l'énergie supérieure. Si l'appareillage génère une énergie trop élevée, l'essai est considéré comme non réussi. La valeur de la deuxième résistance est également indiquée dans la feuille de caractéristiques de la lampe. Dans le cas où aucune

valeur n'est indiquée, les valeurs préliminaires peuvent être obtenues auprès du fabricant de la lampe.

7.2.2 Energie de préchauffage

L'appareillage doit fournir au moins l'énergie de chauffage $E_{\min}$ à t_1 dont la valeur totale minimale est conforme aux limites de temps/énergie indiquées dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe (voir la Figure 1). Dans l'intervalle (t_1, t_2) , l'énergie de chauffage totale doit être comprise entre $E_{\min}$ et $E_{\max}$ conformément à la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir la Figure 1).

A tout instant avant t_2 , l'énergie de chauffage maximale ne doit pas être supérieure aux limites spécifiées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe. Cela ne s'applique pas à l'intervalle (t_1, t_2) , si $t_2 - t_1 < 0,1$ s.

Le temps de préchauffage absolu minimal doit être égal à 0,4 s, sauf spécification contraire dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

Afin de prévenir la formation d'un arc, il convient que la tension appliquée à la résistance de substitution soit maintenue à une valeur inférieure à 11 V efficaces, pour $E < E_{\min}$.

Si une feuille de caractéristiques de lampe ne fournit pas de valeur d'énergie pour le préchauffage et que les exigences pour le courant de préchauffage ne s'appliquent pas, le fabricant de la lampe doit fournir les données de préchauffage appropriées.

La conformité aux exigences pour le courant de préchauffage de la cathode peut être vérifiée de la manière suivante.

Si l'on substitue à chaque cathode de la lampe une résistance non inductive de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, l'appareillage doit fournir un courant de chauffage dont les valeurs totales minimale et maximale sont comprises dans les limites de temps/courant indiquées dans cette feuille de caractéristiques. Le courant de préchauffage minimal i_k est défini comme suit

$$i_k = \sqrt{\frac{a}{t_e} + i_m^2}$$

où

a est la constante (A^2 s) pour un type de cathode spécifique;

i_m est la valeur minimale absolue du courant de chauffage effectif (A) permettant d'obtenir la température d'émission lorsque la durée d'application est suffisamment longue (par exemple ≥ 30 s à partir de l'état froid);

t_e est la durée (s) jusqu'à l'émission.

NOTE Une durée d'émission inférieure à 0,4 s n'est généralement pas suffisante, l'expérience ayant montré qu'un préchauffage satisfaisant de la cathode n'était pas toujours obtenu dans la pratique.

Les valeurs pour a et i_m sont indiquées dans la feuille de caractéristiques de la lampe.

Les mesures sont réalisées avec une résistance de substitution non inductive pour vérifier les exigences pour le préchauffage de la cathode de la valeur spécifiée indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, remplacée pour chaque cathode de la lampe, également si deux lampes ou plus fonctionnent simultanément.

7.2.3 Tension en circuit ouvert

Au cours de la période de préchauffage, la tension en circuit ouvert entre toute paire de résistances de substitution ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée dans la feuille de caractéristiques de la lampe, y compris le décalage en courant continu, conformément à l'Article E.4 de l'IEC 60081 et à l'Article D.3 de l'IEC 60901. Après cette période de préchauffage, la tension doit s'être élevée ou s'être stabilisée à une valeur non inférieure à la valeur minimale égale à la tension d'amorçage, comme indiqué dans la feuille de caractéristiques de la lampe.

Si deux lampes ou plus fonctionnent dans des circuits en série ou en parallèle, chacune des positions est mesurée successivement. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est munie d'une paire de résistances de substitution pour vérifier la tension en circuit ouvert.

La tension en circuit ouvert est mesurée entre les résistances de substitution, et doit être conforme, dans tous les cas, à la valeur spécifiée dans la feuille de caractéristiques pour une seule lampe.

Les mesures sont effectuées avec un oscilloscope. Les mesures sont réalisées avec une résistance de substitution non inductive pour soumettre aux essais les tensions en circuit ouvert spécifiées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

Le fabricant des appareillages fournit sur demande la valeur de la résistance de substitution de la cathode comprise dans la gamme spécifiée permettant d'obtenir la tension en circuit ouvert la plus faible pour l'allumage.

7.3 Conditions pour les appareillages sans préchauffage

7.3.1 Généralités

Les appareillages conformes à la définition 3.8 doivent être conçus de façon que le cumul des périodes de décharge à lueur, lors de l'amorçage, ne dépasse pas 100 ms, mesuré avec une lampe de référence et en l'absence, dans le voisinage immédiat, de toute pièce métallique reliée à la terre qui pourrait faciliter l'amorçage. La période de décharge à lueur est considérée comme étant terminée lorsque le courant de la lampe est au moins égal à 80 % du courant assigné de la lampe.

Un appareillage est considéré comme conforme aux exigences ci-dessus lorsque les conditions suivantes sont remplies.

7.3.2 Tension en circuit ouvert

Les mesures sont effectuées avec un oscilloscope. Si l'on substitue à chaque cathode de lampe une résistance non inductive R_C dont la valeur est conforme à la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir Figure 2a), la tension en circuit ouvert doit être conforme à la valeur indiquée dans cette même feuille de caractéristiques.

Si deux lampes ou plus fonctionnent en série ou en parallèle, chacune des positions est mesurée successivement. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est munie d'une paire de résistances de substitution de la cathode.

La tension en circuit ouvert est mesurée entre les résistances de substitution, et doit être conforme, dans tous les cas, à la valeur spécifiée dans la feuille de caractéristiques pour une seule lampe.

NOTE En cas de chauffage supplémentaire de la cathode lors du processus d'amorçage, des valeurs inférieures peuvent être suffisantes, à condition que la période de décharge lumineuse ne dépasse pas 100 ms.

7.3.3 Essai d'impédance de l'appareillage

Si l'on substitue à la lampe une résistance non inductive R_L de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, et si l'on substitue à chaque cathode de la lampe une résistance non inductive R_C de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir Figure 2b), avec une tension d'alimentation correspondant à 92 % de la tension assignée, l'appareillage doit fournir un courant d'une valeur non inférieure à la valeur minimale indiquée dans cette feuille de caractéristiques.

7.3.4 Courant cathodique

Les appareillages du type amorçage sans préchauffage peuvent fournir une partie du chauffage de la cathode lors du processus d'amorçage. Dans la Figure 2c, le courant (de chauffage) de la cathode est mesuré en M1 et M2 comme le plus petit courant.

Le courant cathodique, s'il existe, ne doit pas dépasser la valeur maximale indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

La mesure est effectuée avec les résistances de substitution R_i (voir Figure 2c), dont la valeur est calculée de la façon suivante:

$$R_i = \frac{11V}{2,1 \times I_r}$$

où I_r est la valeur assignée du courant de fonctionnement de la lampe.

Cette exigence s'applique également aux appareillages électroniques munis de bornes de sortie pour plusieurs lampes. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est équipée comme indiqué à la Figure 2c.

7.4 Dispositif d'aide à l'amorçage et distances

Les lampes associées à des appareillages électroniques conformes à la présente norme peuvent nécessiter un dispositif d'aide à l'amorçage comme spécifié dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901. Lors du préchauffage et de l'amorçage, la tension en circuit ouvert et la tension nécessaire au dispositif d'aide à l'amorçage ne doivent pas dépasser les valeurs limites spécifiées à titre informatif pour la conception des appareillages dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

8 Conditions de fonctionnement

8.1 Facteur de flux lumineux du ballast

A sa tension assignée et à une température ambiante de $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, le facteur de flux lumineux du ballast ne doit pas être inférieur à 95 % de la valeur déclarée par le fabricant, à défaut, il ne doit pas être inférieur à 0,95.

NOTE Le flux lumineux d'une lampe est généralement mesuré avec une sphère intégratrice. Pour mesurer les rapports, un luxmètre adapté convient, à condition qu'il existe un rapport étroit entre le flux et l'intensité lumineuse à un point fixe.

Si le facteur de flux lumineux déclaré de l'appareillage est inférieur à 0,9, on doit démontrer que le fonctionnement des lampes associées à cet appareillage n'est pas défectueux.

Les exigences du Paragraphe 8.3 doivent être respectées.

8.2 Puissance globale du circuit

Sous la tension assignée, la puissance globale du circuit ne doit pas être supérieure à 110 % de la valeur déclarée par le fabricant, lorsque l'appareillage fonctionne avec une ou plusieurs lampes de référence.

8.3 Exigences pour la gradation

8.3.1 Chauffage des cathodes de la lampe

~~En faisant fonctionner des lampes à des niveaux de flux lumineux plus bas que le niveau optimum de conception, on doit s'assurer que l'appareillage fournit à la ou aux lampes un chauffage continu des cathodes, de telle sorte que la durée de vie de la ou des lampes ne soit pas altérée.~~

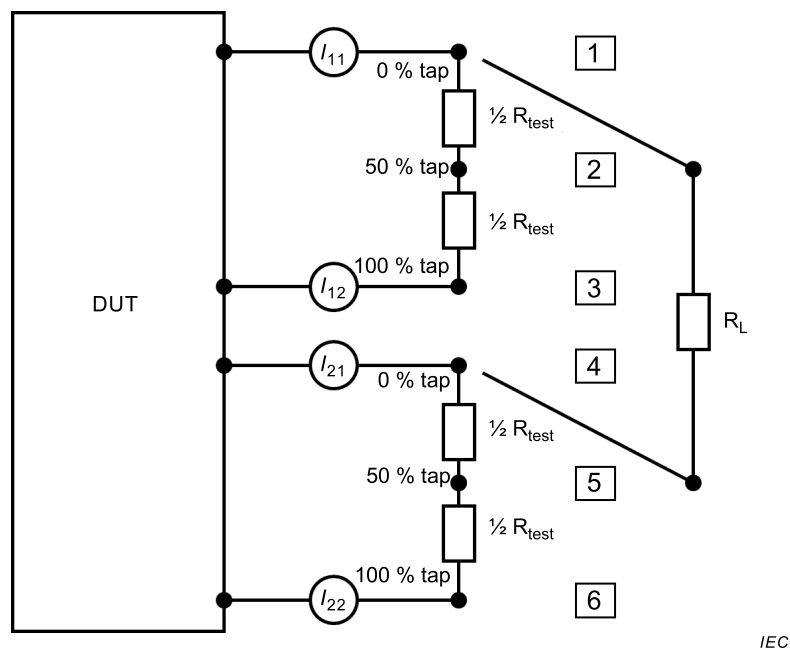
8.3.1.1 Généralités

Les cathodes des lampes fluorescentes fonctionnant en mode de gradation (afin de réduire le flux lumineux en limitant le courant de décharge) nécessitent d'être chauffées de manière appropriée par l'appareillage électronique. Il a été déterminé que la mesure des courants passant par les deux entrées de courant vers la cathode et que la somme des carrés (SoS) de ces deux courants en fonction du courant de décharge permettent d'estimer le chauffage de la cathode. D'autre part, il a également été déterminé que le chauffage de la cathode peut être estimé en mesurant la tension appliquée sur celle-là (CV) lors de la gradation. Les exigences de chauffage sont décrites dans l'IEC TR 62750:2012.

L'appareillage est soumis à essai aux courants de décharge de la lampe (niveaux de gradation) de I_{Dmin} , I_{D30} et I_{D60} . Les mesures sont réalisées avec des résistances de substitution pour les cathodes (R_{essai}) et pour la décharge, cette dernière dépendant du niveau de gradation (R_L , de valeurs nominales R_{L10Max} et R_{L10Min} ainsi que R_{L30} et R_{L60}). Les valeurs des résistances de substitution de la lampe doivent être issues des feuilles de caractéristiques des lampes de l'IEC. Veiller à ce que les résistances de substitution soient capables de transporter le courant, la tension et la puissance apparaissant dans le circuit.

Toutes les positions d'un appareillage qui sont raccordées à une lampe doivent plutôt l'être aux résistances de substitution. À chaque fois que cette procédure fait référence à une "lampe", il s'agit d'un ensemble de résistances de substitution qui représente une lampe.

L'emplacement du point chaud peut varier sur la cathode de la lampe pendant le fonctionnement. Cet effet est simulé dans l'essai en raccordant les résistances de substitution de cathode dans différentes configurations de circuit. À cet effet, les prises situées au milieu et aux extrémités des réseaux de résistances de substitution de cathode sont équipées de commutateurs (méthode 0 – 50 – 100), ce qui permet de réaliser toutes les combinaisons de raccordement possibles. Le montage d'essai fondamental est représenté à la Figure 3.



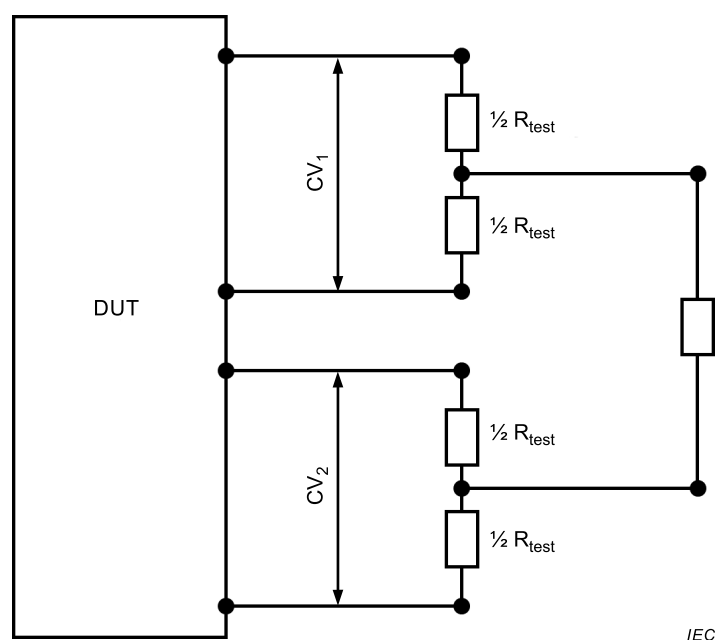
Légende

- DUT appareillage en essai
- R_L résistance de substitution de la lampe
- I_{nn} courant mesuré
- 1...6 positions de commutateurs

Figure 3 – Montage d'essai fondamental pour l'essai SoS

Si le courant de décharge est beaucoup plus faible que le courant de chauffage auxiliaire, c'est-à-dire que pour une limite de chauffage supérieure et inférieure à de très faibles valeurs de courant de décharge (= 10 % du courant d'essai), les courants du câble de dérivation de la cathode sont déterminés comme étant pratiquement égaux.

Par conséquent, pour l'essai CV, seule la position de la prise centrale est exigée. Le montage d'essai CV représenté à la Figure 4 est une version simplifiée du circuit d'essai SoS.



Légende

DUT	appareillage en essai
R_L	résistance de substitution de la lampe
CV_1 et CV_2	tensions mesurées de la cathode

Figure 4 – Montage d'essai fondamental pour l'essai CV

8.3.1.2 Conditions d'essais de base

Les lampes fonctionnant à une fréquence élevée, il convient que le montage d'essai comportant des résistances de substitution soit comparable au montage d'essai du véritable luminaire. Des exemples pertinents sont donnés à l'Annexe F.

Vérifier la pertinence du montage des résistances de substitution de la lampe et de la cathode à des fréquences élevées pour la plage de fréquences utilisées par l'appareillage.

Maintenir les résistances de contact, inductances parasites et capacités de couplage maximales des circuits de cathode en essai, lampe fictive insérée (voir le Tableau 2).

Tableau 2 – Inductances parasites, capacités et résistances de contact maximales admises d'un montage de circuit d'essai selon la Figure 3 et la Figure 4

Paramètre	Valeur maximale
L (pour chaque circuit de chauffage)	2 μ H
R (résistances de contact pour chaque circuit de chauffage)	100 n Ω
C_1 (d'un circuit de chauffage à l'autre)	20 pF
C_2 (du circuit de chauffage à la terre)	150 pF

Les valeurs de L , R , C_1 et C_2 sont mesurées au niveau des fils de lampe à proximité des bornes de lampe de l'appareillage. À cet effet, au lieu d'une lampe, les résistances de substitution de la cathode R_{essai} sont insérées dans le montage d'essai.

Les circuits de sortie des appareillages électroniques, conçus pour fonctionner sur plusieurs lampes, sont soumis à essai séparément. Les circuits de sortie qui ne sont pas concernés par

l'essai doivent être connectés aux résistances de substitution avec une valeur égale au circuit de sortie qui fait l'objet de l'essai. Les variations du commutateur de borne de cathode se produisent uniquement avec le circuit de sortie en essai. Pour le/les autre(s) circuit(s), le commutateur est connecté en position médiane (position 2 et 5 sur la Figure 3).

Les circuits de substitution de lampe, alimentés par des appareillages électroniques multilampe (c'est-à-dire des appareillages qui font fonctionner plusieurs lampes en même temps) doivent être câblés séparément, lorsqu'ils sont connectés au DUT. Cela signifie que chaque résistance de substitution d'électrode est équipée de 2 câbles, menant à la borne de l'appareillage électronique et disposant d'une connexion immédiate selon la conception du circuit électrique. Toutes les paires de câbles d'une résistance de substitution d'électrode doivent être installées ensemble.

Pour le câblage du montage d'essai, des câbles H05V-U (ou équivalents) doivent être utilisés. Lors de la conception du schéma de câblage, les valeurs des pertes parasites doivent être du même ordre pour tous les circuits de lampe. Cela peut être obtenu uniquement si les câblages des circuits de lampe sont comparables en distance, en longueur, etc., et si chaque paire de circuits de lampe est symétrique par rapport à l'axe du dispositif.

Vérifier la pertinence des instruments, c'est-à-dire la tolérance à la plage prévue de fréquences et d'amplitudes.

Pour la mesure du courant efficace, la période de mesure doit être un multiple entier de la période de demi-onde de réseau.

Si l'appareillage électronique permet de faire fonctionner plusieurs lampes avec des paramètres de fonctionnement différents, garantir par des moyens appropriés le bon choix des paramètres de cette/ces lampe(s) pendant le fonctionnement de la lampe fictive.

La conformité aux conditions de chauffage de la cathode doit être soumise à essai avec chaque autre type de lampe.

Pour s'assurer que l'appareillage atteint l'état de fonctionnement (pour "démarrer" les résistances de substitution), la procédure peut être modifiée et/ou un appareillage spécialement préparé peut être utilisé, à condition que le chauffage de la cathode soit le même qu'un appareillage de production.

8.3.1.3 Séquence d'essai générale

Le Tableau 3 donne un aperçu des valeurs correspondant aux différents niveaux de gradation, qui doivent être mesurées et contrôlées. Si un appareillage électronique est conçu pour plusieurs lampes, les mêmes mesures et essais que ceux de la lampe 1 doivent être réalisés. Le Tableau 3 inclut également la position de commutation pour la simulation du point d'amorçage et la corrélation avec la méthode d'essai (CV ou SoS).

Tableau 3 – Niveaux de gradation et valeurs mesurées

Paragraphe	Courant de décharge	Résistance de substitution de la lampe	Valeur de substitution de la cathode	Position du commutateur de simulation du point d'amorçage	Valeurs à vérifier
8.3.1.4.2.2	I_{10}	R_{L10min}	R_{essai3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc.
8.3.1.4.2.3	I_{10}	R_{L10min}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.2.4	I_{10}	R_{L10max}	R_{essai3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc.
8.3.1.4.2.5	I_{10}	R_{L10max}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.3.2	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.4.3.3	I_{30}	R_{L30}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.4.2	I_{60}	R_{L60}	R_{essai1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.4.4.3	I_{60}	R_{L60}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.5.2	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	1-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.3	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	3-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.4	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	1-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.5	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	3-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.

8.3.1.4 Séquence d'essai "fixation d'amorçage – médian"

8.3.1.4.1 Généralités

Tous les essais dans 8.3.1.4 sont réalisés avec la cathode alimentée à 50 % – Figure 3 (positions de commutateurs équivalentes 2 et 5) ou Figure 4.

Les valeurs des résistances de substitution de la lampe et de la cathode, le courant d'essai et les valeurs limites doivent être ceux des feuilles de caractéristiques IEC de la lampe correspondantes.

8.3.1.4.2 Niveau de gradation I_{Dmin}

8.3.1.4.2.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D (courant passant par les résistances de substitution de la lampe) à I_{Dmin} , comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.2.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution minimale de la lampe R_{L10min}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10min} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai3} .

Mesurer CV_1 et CV_2 , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ et } CV_2 \geq CV_{min}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Répéter la procédure de mesure de CV_1 et CV_2 pour toutes les autres lampes de l'appareillage multilampe.

8.3.1.4.2.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution minimale de la lampe R_{L10min}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10min} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{max} \text{ et } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Répéter la procédure de mesure de CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} pour toutes les autres lampes de l'appareillage multilampe.

8.3.1.4.2.4 Chauffage minimal pour la résistance de substitution maximale de la lampe R_{L10max}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10max} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai3} .

Mesurer CV_1 et CV_2 , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ et } CV_2 \geq CV_{min}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.2).

8.3.1.4.2.5 Chauffage maximal pour la résistance de substitution maximale de la lampe R_{L10max}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10max} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{max} \text{ et } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.3 Niveau de gradation I_{D30}

8.3.1.4.3.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D à I_{D30} comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.3.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L30}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L30} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai1} .

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés.

Lampe 2:

Mesurer I_{31} , I_{32} , I_{41} et I_{42} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Lampe 3:

Mesurer I_{51} , I_{52} , I_{61} et I_{62} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Lampe 4:

Mesurer I_{71} , I_{72} , I_{81} et I_{82} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

8.3.1.4.3.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L30}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L30} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{\text{max}} \text{ et } CV_2 \leq CV_{\text{max}} \text{ et } I_{11} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{12} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{21} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{22} \leq I_{\text{LHmax}}.$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.4 Niveau de gradation I_{D60}

8.3.1.4.4.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D à I_{D60} comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.4.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L60}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L60} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai1} .

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{60}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés.

Lampe 2:

Mesurer I_{31} , I_{32} , I_{41} et I_{42} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{60}$$

Lampe 3:

Mesurer I_{51} , I_{52} , I_{61} et I_{62} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{60}$$

Lampe 4:

Mesurer I_{71} , I_{72} , I_{81} et I_{82} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

8.3.1.4.4.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L60}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L60} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{\max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{\max} \text{ et } I_{11} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{12} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{21} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{22} \leq I_{\text{LHmax}}.$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5 Séquence d'essai "fixation d'amorçage – variable" – niveau de gradation I_{30}

8.3.1.5.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D (courant passant par les résistances de substitution de la lampe) à I_{D30} , comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

Cet essai doit être réalisé avec une résistance de substitution de la lampe de valeur nominale R_{L30} . Les cathodes sont remplacées par une résistance de valeur R_{essai1} .

8.3.1.5.2 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 1 et 4 – (prise de cathode 0 et 0)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5.3 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 3 et 6 – (prise de cathode 100 et 100)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.4 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 1 et 6 – (prise de cathode 0 et 100)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.5 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 3 et 4 – (prise de cathode 100 et 0)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.6 Séquence d'essais pour les appareillages qui ne peuvent pas obtenir $I_{D\min}$, I_{D30} et I_{D60}

8.3.1.6.1 Généralités

Certains appareillages ne peuvent pas effectuer une gradation aux conditions d'essai spécifiées (p. ex. appareillage à gradation continue avec un niveau minimal supérieur à $I_{D\min}$ ou certains appareillages à gradation par paliers). Pour ces appareillages, les essais ci-dessous doivent être réalisés à des valeurs de courant de décharge aussi proches que possible de I_{D10} , I_{D30} et I_{D60} . La valeur de la résistance de substitution de l'arc de la lampe doit se situer dans les limites de 20 % de celle calculée avec les paramètres d'interpolation linéaire spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la CEI.

$$R_L = \frac{R_{L60} - R_{L30}}{I_{D60} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D30} < I_D < I_{D60}$$

$$R_{L\min} = \frac{R_{L10\min} - R_{L30}}{I_{D\min} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D\min} < I_D < I_{D30}$$

$$R_{L\max} = \frac{R_{L10\max} - R_{L30}}{I_{D\min} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D\min} < I_D < I_{D30}$$

8.3.1.6.2 Niveau de gradation $I_{D\min} \leq I_D \leq (I_{D\min} + I_{D30})/2$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $I_{D\min}$ et $(I_{D\min} + I_{D30})/2$, les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc minimale et maximale $R_{L\min}$ et $R_{L\max}$ et selon les procédures données en 8.3.1.4.2.2, 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.4 et 8.3.1.4.2.5.

8.3.1.6.3 Niveau de gradation $(I_{Dmin} + I_{D30})/2 \leq I_D \leq I_{D30}$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$ et I_{D30} , les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_{Lmin} et R_{Lmax} telles que calculées en 8.3.1.6.1 et selon les procédures données en 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.5, 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 et 8.3.1.5.5.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI.

8.3.1.6.4 Niveau de gradation $I_{D30} \leq I_D \leq (I_{D30} + I_{D60})/2$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre I_{D30} et $(I_{D30} + I_{D60})/2$, les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_L telles que calculées en 8.3.1.6.1 et selon les procédures données en 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.4.3.3, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 et 8.3.1.5.5.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI.

8.3.1.6.5 Niveau de gradation $(I_{D30} + I_{D60})/2 \leq I_D \leq I_{Dtrans}$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $(I_{D30} + I_{D60})/2$ et I_{Dtrans} , les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_L telles que calculées ci-dessus et selon les procédures données en 8.3.1.4.4.2 et 8.3.1.4.4.3.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de l'IEC.

8.3.1.7 Conformité

L'appareillage électronique doit satisfaire à toutes les valeurs limites maximales et minimales de chaleur de cathode des paragraphes 8.3.1.3 à 8.3.1.6. Un exemple pour l'enregistrement des résultats de test est donné dans l'Annexe G.

8.3.2 Interfaces de commande

Les exigences de l'Annexe E s'appliquent. ~~et Pour les interfaces d'éclairage adressable numériques, les exigences dans la série de l'IEC 62386 s'appliquent avec les spécifications~~ informations obligatoires du fabricant ~~doivent également être appliquées~~ de l'appareillage électronique.

Il existe aussi aujourd'hui d'autres interfaces non normalisées qui peuvent entraîner des problèmes d'interchangeabilité entre interfaces. Soumettre à essai ces interfaces conformément aux instructions du fabricant.

8.4 Limitation du courant de la lampe

Sauf spécification contraire dans la feuille de caractéristiques de la lampe correspondante, ~~le courant fourni à une lampe de référence par l'appareillage fonctionnant à la tension assignée ne doit pas être supérieur à 115 % du courant fourni~~ doit limiter le courant délivré à une

lampe de référence à une valeur ne dépassant pas 115 % de celle délivrée à la même lampe lorsque celle-ci est utilisée avec un appareillage de référence.

9 Facteur de puissance du circuit

Pour l'appareillage électronique alimenté en courant alternatif, le facteur de puissance mesuré sur le circuit ne doit pas différer de plus de 0,05 par rapport à la valeur indiquée, lorsque l'appareillage fonctionne avec une ou plusieurs lampes de référence et que l'ensemble est alimenté à la tension et à la fréquence assignées.

Pour les appareillages à gradation, le facteur de puissance est mesuré à pleine puissance.

10 Courant d'alimentation

Sous la tension assignée, le courant d'alimentation ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ par rapport à la valeur marquée sur l'appareillage ou indiquée dans la documentation du fabricant, lorsque l'appareillage alimente une ou plusieurs lampes de référence.

Pour les appareillages à gradation, le courant d'alimentation ne doit pas dépasser de plus de 10 % la valeur marquée sur l'appareillage selon l'IEC 61347-1, quel que soit le niveau de réglage. Le balayage peut être remplacé quel que soit le niveau de réglage, si la valeur du courant d'alimentation maximal et les niveaux de réglage correspondants sont fournis.

11 Courant maximal aux entrées de cathode

En fonctionnement normal sous une tension d'alimentation comprise entre 92 % et 106 % de la valeur assignée, le courant traversant chacune des bornes de cathode ne doit pas dépasser la valeur indiquée dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe.

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un oscilloscope ou par tout autre appareil approprié. Les mesures doivent être effectuées avec une lampe de référence sur tous les contacts de la cathode.

12 Forme d'onde du courant de fonctionnement de la lampe

L'appareillage doit fonctionner à sa tension assignée, en association avec une ou plusieurs lampes de référence. Après stabilisation de la lampe, la forme d'onde du courant de la lampe doit remplir les conditions suivantes.

- a) Pour l'appareillage électronique alimenté en courant alternatif:

Dans tous les demi-cycles consécutifs, l'onde enveloppe du courant de la lampe ne doit pas varier de plus de 4 % pour la même durée après le passage par la phase zéro de la tension d'alimentation du réseau.

NOTE Le but de cette exigence est d'éviter tout papillotement lié à une variation trop importante de la forme de l'onde enveloppe d'un demi-cycle du réseau à l'autre.

- b) Le rapport maximal entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant de la lampe ne doit pas être supérieur à 1,7.

NOTE Au Japon, un facteur de crête maximal de 2,1 est autorisé, lorsqu'un chauffage supplémentaire des cathodes est appliqué.

13 Impédance aux fréquences audio

Les appareillages portant le symbole des fréquences audio (voir 5.1) sont essayés conformément à l'Article A.2.

Pour chaque fréquence de signal comprise entre 400 Hz et 2 000 Hz, l'impédance de l'appareillage, fonctionnant avec une lampe de référence alimentée à sa tension assignée et à sa fréquence assignée, doit être de caractéristique inductive. Son impédance en ohms doit être au moins égale à la résistance de l'élément qui dissiperait la même puissance que l'ensemble lampe/appareillage correspondant, alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée. L'impédance de l'appareillage est mesurée avec une tension de signal égale à 3,5 % de la tension d'alimentation assignée de l'appareillage.

Entre 250 Hz et 400 Hz, l'impédance doit être au moins égale à la moitié de la valeur minimale requise pour des fréquences comprises entre 400 Hz et 2 000 Hz.

NOTE Pour cet essai, il est possible de déconnecter, s'ils sont intégrés à l'appareillage, les filtres de suppression des interférences radiofréquence constitués de condensateurs de moins de 0,2 μ F (valeur totale).

14 Essais opérationnels dans les conditions anormales

14.1 Retrait de la ou des lampes

Lors du fonctionnement de l'appareillage à la tension assignée +10 % et en association avec la ou les lampes appropriées, celles-ci doivent être débranchées de l'appareillage pendant 1 h sans mise hors tension. Au terme de cette période, la ou les lampes sont rebranchées et doivent s'amorcer et fonctionner normalement. Si l'amorçage de la ou des lampes est anormal, la tension d'alimentation doit être mise hors tension pendant 1 min puis remise sous tension. Après cela, l'amorçage de la ou des lampes doit être normal.

14.2 Echec d'amorçage des lampes

Après avoir substitué à chaque cathode de la lampe une résistance de substitution appropriée et correspondant aux spécifications de la feuille de caractéristiques appropriée, on doit faire fonctionner l'appareillage à la tension assignée +10 % pendant 1 h. Au terme de cette période, on doit retirer les résistances et on branche une ou plusieurs lampes appropriées, qui doivent s'amorcer et fonctionner normalement. Si l'amorçage de la ou des lampes est anormal, la tension d'alimentation doit être mise hors tension pendant 1 min puis remise sous tension. Après cela, l'amorçage de la ou des lampes doit être normal.

14.3 Comportement de l'appareillage en fin de vie de la lampe

Une mise hors tension de l'appareillage ou une réduction de la puissance de la lampe sont autorisées, conformément à l'IEC 61347-2-3, Paragraphe 17.3, si la tension asymétrique atteint une valeur de 5 V en courant continu.

15 Endurance

15.1 Généralités

L'appareillage doit fonctionner à la tension d'alimentation assignée, une ou plusieurs lampes appropriées **étant installées à l'extérieur de l'enceinte thermique**. Toutes les connexions à la terre de l'appareillage doivent être reliées à la terre. Si l'appareillage électronique est marqué pour une plage de tensions d'alimentation, la tension d'alimentation ayant l'effet le plus défavorable sur la température de l'appareillage électronique doit être choisie.

Les essais sont réalisés dans l'ordre avec les mêmes appareillages.

Un appareillage à intensité variable est soumis aux essais à 100 % de la puissance.

15.2 Cycles de températures

L'essai de cycles de températures est réalisé de la façon suivante:

- Echantillons ~~d'essai~~: 5 – appareillages qui n'ont pas été soumis à d'autres essais.

Afin d'éviter que les appareillages avec des systèmes de coupure thermique ne soient mis hors tension au cours de l'essai, le dispositif de coupure doit être désactivé, de telle sorte que l'appareillage reste en fonctionnement.

b) Plage de températures de l'enceinte d'essai:

- la température ambiante minimale dans l'enceinte est de $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
- la température ambiante maximale dans l'enceinte d'essai est de $+80\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

La température ambiante dans l'enceinte doit être mesurée à 200 mm au plus des échantillons d'essai.

c) Mesurer ~~du~~ le courant d'entrée ~~(après une durée de stabilisation)~~ stabilisé de l'appareillage à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

d) ~~Essai individuel de série de~~ Procédure d'essai pour 220 cycles de température:

- 1) Relier l'appareillage au réseau et la ou les lampes à $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ (charge maximale), et placer l'appareillage dans une enceinte d'essai thermique. La ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte thermique. Des restrictions d'écoulement d'air peuvent affecter la température autour de l'appareillage en essai (DUT). ~~La distance~~ L'espacement entre les appareillages électroniques ~~doit dépendre de la vitesse du débit d'air, et~~ doit permettre une température homogène autour ~~du~~ de tous les DUT.
- 2) L'appareillage étant désactivé, réduire la température dans l'enceinte d'essai à la température minimale d'essai ~~de 10 K/min + 5 K/min~~ avec les conditions suivantes (voir la Figure 5):
 - i) Premiers 10 % de la transition de température: pas d'exigences en matière de vitesse de variation de température.
 - ii) Derniers 10 % de la transition de température: le dépassement/sous-dépassement ne doit pas être supérieur à $\pm 5\text{ °C}$ par rapport à la température ambiante cible. Le temps de transition total (t) ne doit pas dépasser 15 min.

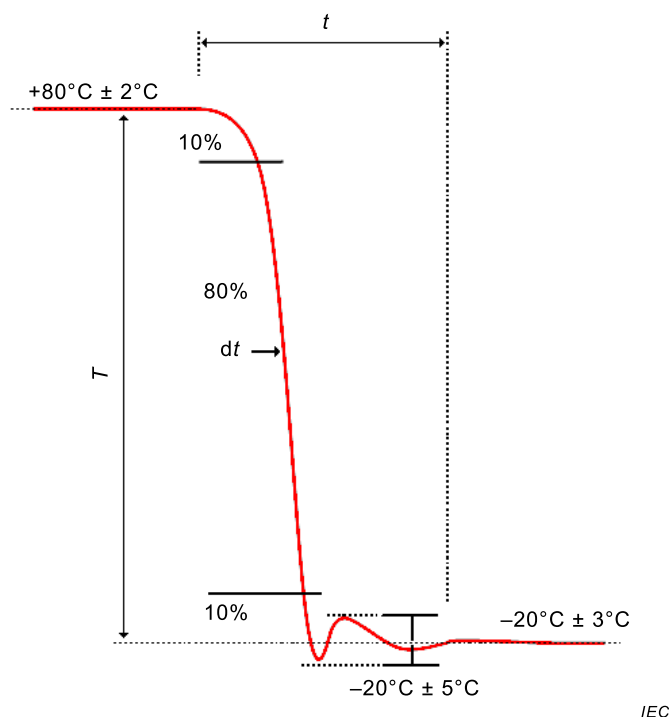


Figure 5 – Exemple de cycles de température décrits en 15.2 d) 2)

- 3) Au niveau de température minimale, démarrer après 50 min à -20°C 10 cycles de commutation (10 s en marche / 50 s à l'arrêt).
- 4) Mettre l'appareillage sous tension.
- 5) L'appareillage étant activé, augmenter la température dans l'enceinte d'essai ~~de 10 K/min à 5 K/min~~ à la température maximale d'essai avec les conditions suivantes:
 - i) Premiers 10 % de la transition de température: pas d'exigences en matière de vitesse de variation de température.
 - ii) Derniers 10 % de la transition de température: le dépassement/sous-dépassement ne doit pas être supérieur à $\pm 5^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température ambiante cible. Le temps de transition total (t) ne doit pas dépasser 15 min.
- 6) Au niveau de température maximale, mettre l'appareillage hors tension après 50 min et démarrer 10 cycles de commutation (50 s en marche / 10 s à l'arrêt).
- 7) Répéter les étapes 2) à 6) 219 fois.

NOTE Au Japon, l'enceinte d'essai avec 1 K/min à 15 K/min est appliquée.

e) Mesurer ~~du~~ le courant d'entrée stabilisé de l'appareillage à $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Conformité: Après avoir effectué ~~cet essai~~ tous les cycles de température et après refroidissement à température ambiante, tous les appareils doivent ~~amorcer~~ correctement démarrer et faire fonctionner une ou plusieurs lampes appropriées pendant 15 min. ~~Conformément à l'étape e), le courant d'entrée doit être mesuré. La tolérance maximale autorisée du courant d'entrée est $\pm 10\%$ par rapport à la valeur du courant d'entrée mesurée à l'étape e). En outre, le courant d'entrée à l'étape e) ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ par rapport au courant d'entrée mesuré à l'étape c).~~

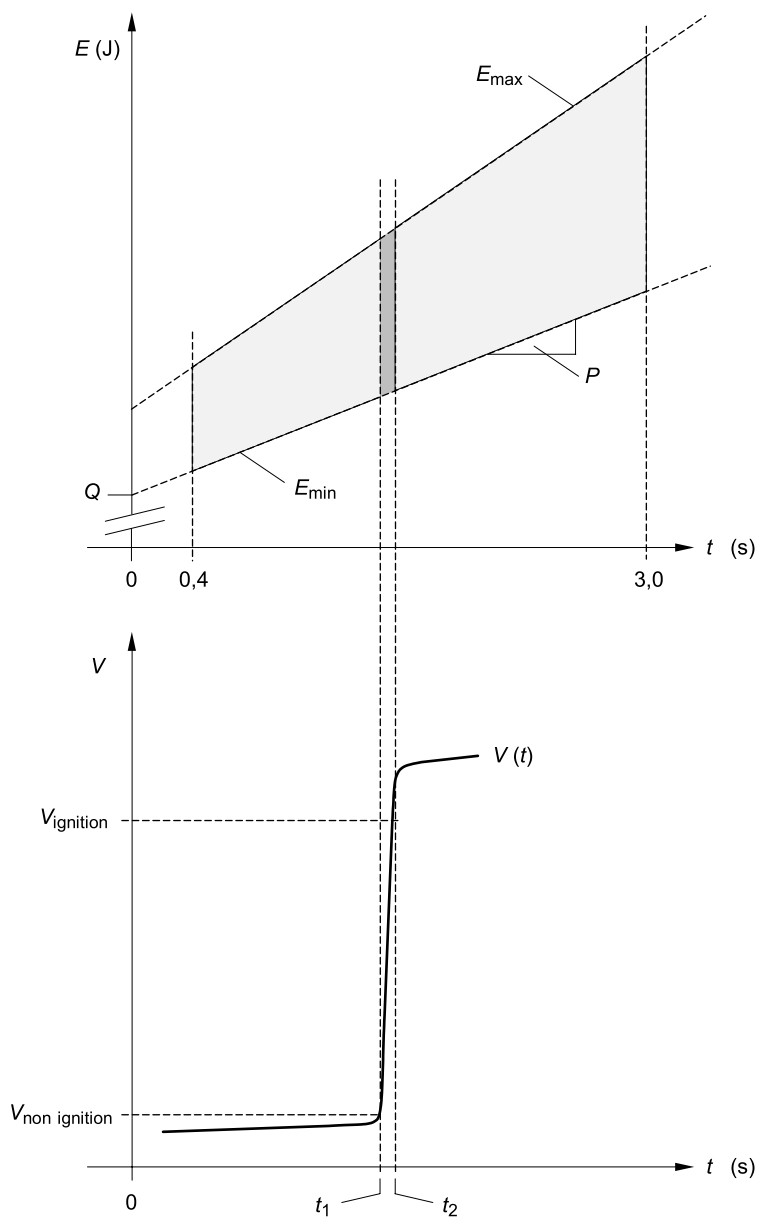
~~Au cours de cet essai, la ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte d'essai à une température ambiante de $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.~~

NOTE Il convient de limiter l'humidité à l'intérieur de l'enceinte d'essai à une valeur qui ne génère pas de condensation sur les DUT.

15.3 Essai à $t_c + 10$ K

Les appareillages doivent fonctionner à une température ambiante qui produit $t_c + 10$ K, tant qu'une période d'essai de 200 h ne s'est pas écoulée. À l'issue de cette période d'essai, refroidir l'enceinte à la température ambiante. Au cours de cet essai, la ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte d'essai à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Conformité: ~~Après avoir réalisé cet~~ A l'issue de la procédure d'essai ~~et après un refroidissement pour revenir à la température ambiante,~~ tous les appareillages doivent ~~amorcer~~ correctement démarrer et faire fonctionner la/les lampe(s) appropriée(s) pendant 15 min. ~~Lors de cet essai, la ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte d'essai, à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.~~



IEC 1099/11

Légende

Zone en gris

alimentation d'énergie vers la cathode autorisée

Zone en gris foncé

allumage autorisé

E

énergie alimentée vers l'électrode pour le préchauffage (J)

$E_{\min} =$

$Q_{\min} + P_{\min} \cdot t$ = énergie minimale de préchauffage de la cathode

$E_{\max} =$

$Q_{\max} + P_{\max} \cdot t$ = énergie maximale de préchauffage de la cathode

$V(t)$

tension, mesurée aux bornes de sortie de l'appareillage

$t_1 =$

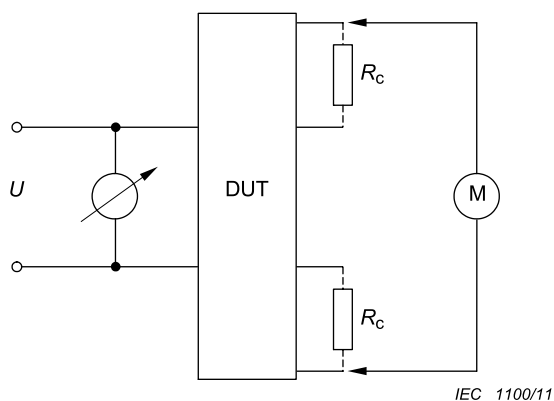
$t(V_{\text{non-ignition}})$

$t_2 =$

$t(V_{\text{ignition}})$

NOTE Pour les valeurs de $Q_{\min}$ (J), $Q_{\max}$ (J), $P_{\min}$ (W), $P_{\max}$ (W), $V_{\text{non ignition}}$ (V) et V_{ignition} (V), voir la feuille de caractéristiques de la lampe.

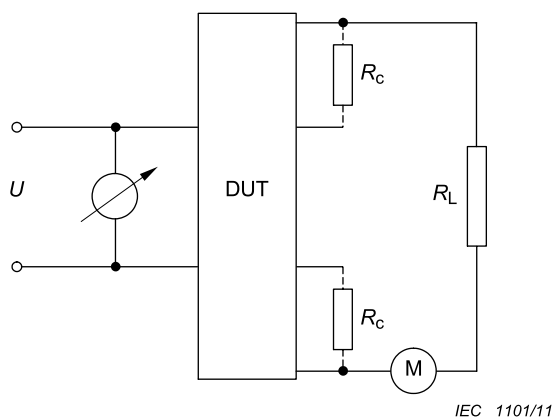
Figure 1 – Représentation schématique de l'énergie requise pour le préchauffage et l'amorçage



Légende

U	alimentation	M	dispositif de mesure
DUT	dispositif (appareillage) en essai	R_c	Voir 7.3.2

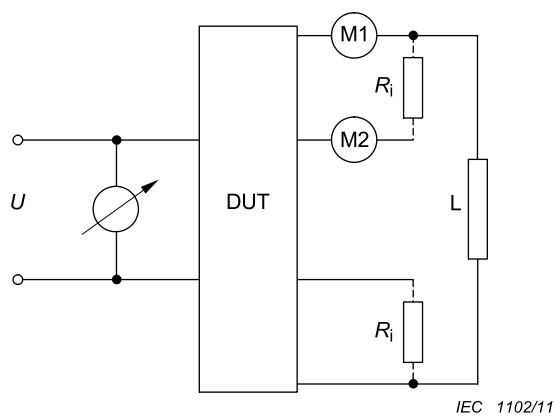
Figure 2a – Circuit d'essai pour la tension en circuit ouvert



Légende

U	alimentation	R_c	Voir 7.3.3
DUT	dispositif (appareillage) en essai	R_L	Voir 7.3.3
M	dispositif de mesure		

Figure 2b – Circuit d'essai pour l'impédance de l'appareillage



Légende

U	alimentation	R_i	Voir 7.3.4
DUT	dispositif (appareillage) en essai	L	lampe
M	dispositif de mesure		

Figure 2c – Circuit d'essai pour le courant cathodique

Figure 2 – Circuits d'essai pour le mode d'amorçage sans préchauffage

Annexe A (normative)

Essais

A.1 Exigences générales

Les essais sont des essais de type. Un seul échantillon doit être soumis à tous les essais.

A.1.1 Température ambiante

Les essais doivent être réalisés dans une pièce à l'abri des courants d'air et à une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C, sauf indication contraire.

Lorsque les essais exigent des lampes présentant des caractéristiques constantes, la température ambiante autour de la lampe doit être maintenue entre 23 °C et 27 °C, et ne doit pas varier de plus de 1 °C au cours de l'essai.

A.1.2 Tension et fréquence d'alimentation

A.1.2.1 Tension et fréquence d'essai

Sauf spécification contraire, l'appareillage à soumettre aux essais doit être mis en fonctionnement sous sa tension assignée, et le ballast de référence sous sa tension assignée et sa fréquence assignée.

Si une gamme de tensions d'alimentation est mentionnée sur l'appareillage, ou si plusieurs tensions d'alimentation assignées distinctes lui sont associées, on peut choisir comme tension assignée n'importe laquelle des tensions prévues.

A.1.2.2 Stabilité de la tension d'alimentation et de la fréquence

Pour la plupart des essais, la tension d'alimentation et, s'il y a lieu pour les appareillages de référence, la fréquence, doivent être maintenues à $\pm 0,5$ %. Néanmoins, au cours des mesures réelles, la tension doit être ajustée à $\pm 0,2$ % de la valeur d'essai spécifiée.

A.1.2.3 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 comme étant la somme des valeurs efficaces des composantes individuelles, en prenant 100 % de l'onde fondamentale comme base.

A.1.3 Effets magnétiques

Sauf spécification contraire, aucun objet magnétique ne doit être approché à moins de 25 mm de la surface du ballast de référence ou de l'appareillage en essai.

A.1.4 Montage et raccordement des lampes de référence

Afin de s'assurer que les caractéristiques électriques des lampes de référence sont cohérentes, elles doivent être montées selon les indications de la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe. Si des instructions de montage ne sont pas données sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, les lampes doivent être montées horizontalement.

Il est recommandé de permettre aux lampes de rester immobiles en permanence dans leurs douilles d'essai.

A.1.5 Stabilité de la lampe de référence

A.1.5.1 Une lampe doit être portée en régime de fonctionnement stable avant toute mesure. Elle ne doit pas présenter de spiralage.

A.1.5.2 Les caractéristiques d'une lampe doivent être contrôlées immédiatement avant et immédiatement après chaque série d'essais, conformément à l'Annexe C.

A.1.6 Ballast de référence

Le ballast de référence utilisé doit être celui qui est indiqué dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

A.1.7 Caractéristiques des appareils de mesure

Les caractéristiques des appareils de mesure sont données avec les éléments suivants:

a) Circuits de tension

Les circuits de tension des appareils de mesure branchés aux bornes d'une lampe ne doivent pas dériver de plus de 3 % du courant assigné de la lampe.

b) Circuits de courant

Les appareils de mesure connectés en série avec la lampe doivent avoir une impédance suffisamment basse, de sorte que la chute de tension ne doit pas dépasser 2 % de la tension recherchée pour la lampe.

Pour les appareils de mesure insérés dans des circuits de chauffage en parallèle, l'impédance totale qu'ils présentent ne doit pas dépasser 0,5 Ω .

c) Mesures de la valeur efficace

Les appareils de mesure doivent être pratiquement exempts d'erreurs dues à la distorsion de la forme d'onde, et doivent être appropriés aux fréquences de fonctionnement.

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que la capacité des appareils de mesure par rapport à la terre ne gêne pas le fonctionnement de l'unité en essai. Il peut être nécessaire de vérifier que le point de mesure du circuit en essai est bien relié à la terre.

A.2 Mesure de l'impédance aux fréquences audio

Le circuit de la Figure A.1 illustre un pont permettant de déterminer l'impédance $\bar{Z}$ aux fréquences audio pour l'ensemble lampe/appareillage.

Soient R' et R'' les valeurs des résistances représentées à la Figure A.1, respectivement par les valeurs 5 Ω et 200 k Ω (la seconde au moins n'étant pas une résistance critique). Lorsque, après réglage de R et de C , on parvient à un équilibre pour une fréquence audio donnée et choisie sur l'analyseur d'onde (ou tout autre analyseur sélectif approprié), on obtient généralement:

$$\bar{Z} = R'R''(1/R + i\Omega C)$$

Si les résistances R' et R'' ont exactement les valeurs indiquées, l'équation devient:

$$\bar{Z} = 10^6(1/R + i\Omega C)$$

NOTE Les impédances Z_1 et/ou Z_2 ne sont pas nécessaires si l'alimentation correspondante a une impédance interne faible par rapport aux courants de l'autre.

A.3 Mesures pendant le préchauffage

A.3.1 Matériel d'essai et séquence de mesures

Le matériel d'essai doit comporter l'appareillage en essai, les résistances (R) de substitution de cathode, comme indiqué dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, ainsi qu'un dispositif de mesure. Ce dernier peut consister en un oscilloscope pourvu d'une sonde de tension et/ou de courant (voir la Figure A.2).

Le cas échéant, relier à la masse un des côtés de l'enroulement de sortie secondaire du transformateur d'isolement. Si l'appareillage ne comporte pas de transformateur d'isolement, on doit en connecter un à l'entrée.

Pour mesurer la tension totale en circuit ouvert: cette tension est mesurée entre les deux résistances de substitution de cathode.

La tension au dispositif d'aide à l'amorçage, le cas échéant, doit être conforme à la tension indiquée.

A.3.2 Conditions particulières pour la mesure et le traitement des données avec les circuits de préchauffage

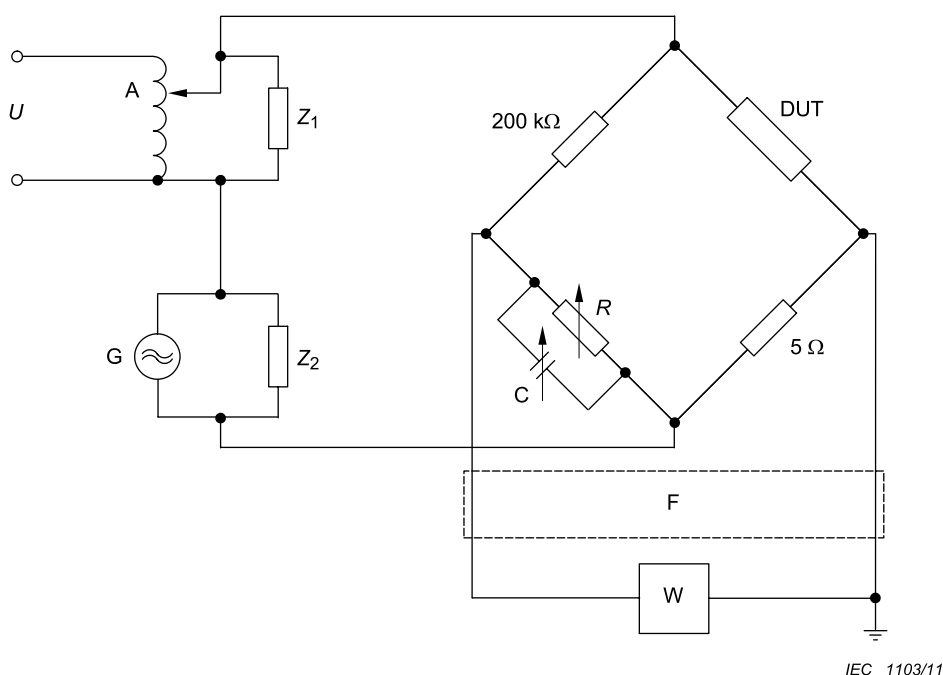
Avec l'aide d'un dispositif de mesure, le courant de chauffage et la tension en circuit ouvert sont déterminés en fonction du temps.

Dans le cas d'un courant efficace ou d'une tension efficace en régime établi respectivement, la valeur effective du courant de chauffage/de la tension est déterminée en observant une période HF unique, à partir de laquelle on déduit la valeur effective et le facteur de crête.

Une mesure directe de la valeur effective pourrait être possible avec un appareil de mesure approprié.

Dans le cas d'un courant variable, la valeur effective du courant de chauffage est définie comme une valeur équivalente à un courant efficace en régime établi ayant le même effet thermique.

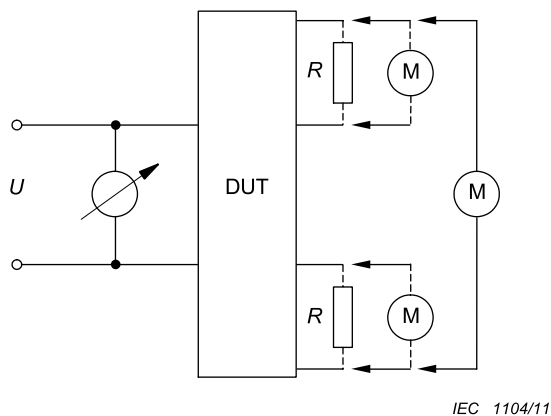
La durée jusqu'à l'émission est calculée à l'aide de la formule indiquée dans les feuilles de caractéristiques des lampes (voir 7.2.2).



Légende

- U alimentation 50 Hz (60 Hz)
 G générateur 250 Hz...2 000 Hz
 A transformateur d'alimentation 50 Hz ou 60 Hz
 DUT dispositif (appareillage) en essai
 Z_1 impédance d'une valeur suffisamment élevée pour 50 Hz ou 60 Hz, suffisamment faible pour 250 Hz à 2 000 Hz (par exemple résistance de 15 Ω + capacité de 16 μF)
 Z_2 impédance d'une valeur suffisamment faible pour 50 Hz ou 60 Hz, suffisamment élevée pour 250 Hz à 2 000 Hz (par exemple inductance de 20 mH)
 F filtre 50 Hz ou 60 Hz
 W voltmètre sélectif ou analyseur d'onde
 R résistance à pont variable ($R' = 5 \Omega$; $R'' = 200 k\Omega$)
 C condensateur à pont variable
- NOTE La valeur de 200 k Ω pour la résistance de l'une des branches du pont n'est pas impérative.

Figure A.1 – Mesure des impédances aux fréquences audio



IEC 1104/11

Légende

U alimentation

DUT dispositif (appareillage) en essai

M dispositif de mesure

R Voir les feuilles de caractéristiques de lampe, résistance de substitution utilisée pour vérifier les exigences pour le préchauffage de la cathode

Figure A.2 – Circuit d'essai pour appareillage à mode d'amorçage par préchauffage

Annexe B **(normative)**

Ballasts de référence

B.1 Marquage

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

- en toutes lettres, les termes « ballast de référence » ou « ballast de référence HF », selon le cas;
- l'identification du vendeur responsable;
- le numéro de série;
- la consommation assignée de la lampe en watts et le courant d'étalonnage;
- la tension d'alimentation et la fréquence assignées.

B.2 Caractéristiques de conception

B.2.1 Conception générale pour les fréquences de 50 Hz ou 60 Hz

Un ballast de référence est une bobine d'auto-induction, avec ou sans résistance supplémentaire, conçu pour donner les caractéristiques de fonctionnement décrites à l'Article B.3.

Ce ballast peut être utilisé soit dans un circuit faisant appel à un starter soit, le cas échéant, dans un circuit comportant des sources d'alimentation distinctes pour le chauffage des cathodes de la lampe.

B.2.2 Ballast de référence pour fréquences de 25 kHz

Un ballast de référence HF est une résistance conçue pour donner les caractéristiques de fonctionnement décrites à l'Article B.4.

Dans la mesure où le ballast de référence HF est destiné à servir de référence permanente, il est essentiel qu'il soit conçu de façon à fournir une impédance stable dans des conditions d'utilisation normales.

A cette fin, il peut être doté de fonctions assurant la remise à la valeur de la résistance de référence.

Un ballast de référence HF doit être logé dans un boîtier le protégeant tant du point de vue mécanique qu'électrique. Il convient toutefois de prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir une conduction appropriée de la puissance dissipée par les pertes.

B.2.3 Protection

L'appareillage doit être protégé, par exemple au moyen d'un boîtier d'acier approprié, contre les effets magnétiques, de façon que le rapport tension/courant pour le courant d'étalonnage ne varie pas de plus de 0,2 % lorsqu'une plaque en acier doux ordinaire de 12,5 mm d'épaisseur est placée à 25 mm par rapport à une face quelconque de l'enceinte de l'appareillage.

En outre, l'appareillage doit être protégé contre toute détérioration d'ordre mécanique.

B.3 Caractéristiques de fonctionnement pour les fréquences de 50 Hz ou 60 Hz

B.3.1 Tension d'alimentation et fréquence assignées

La tension d'alimentation et la fréquence assignées d'un ballast de référence doivent être conformes aux valeurs indiquées dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901, sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes.

B.3.2 Rapport tension/courant

Le rapport tension/courant d'un ballast de référence doit avoir la valeur indiquée dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901 sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, avec les tolérances ci-dessous:

- $\pm 0,5 \%$ pour la valeur du courant d'étalonnage;
- $\pm 3 \%$ pour toute autre valeur de courant comprise entre 50 % et 115 % du courant d'étalonnage.

B.3.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du ballast de référence déterminé pour le courant d'étalonnage doit être celui qui est indiqué dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901, sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, avec une tolérance de $\pm 0,005$.

B.3.4 Echauffement

Le ballast de référence étant alimenté au courant d'étalonnage et à la fréquence assignée, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C, une mesure par la méthode du « changement de résistance » ne doit pas faire apparaître un échauffement de l'enroulement du ballast supérieur à 25 K, après stabilisation thermique.

B.4 Caractéristiques de fonctionnement pour les fréquences de 25 kHz

B.4.1 Généralités

Les spécifications suivantes concernent les mesures effectuées à la tension d'entrée assignée et à la fréquence assignée du ballast de référence HF, avec une température ambiante de 25 °C $\pm$ 5 °C, le ballast de référence étant stabilisé thermiquement.

B.4.2 Impédance

L'impédance d'un ballast de référence HF doit avoir la valeur indiquée dans les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes de l'IEC 60081 ou de l'IEC 60901, avec les tolérances suivantes:

- $\pm 0,5 \%$ pour la valeur du courant d'étalonnage;
- $\pm 1 \%$ pour toute autre valeur de courant comprise entre 50 % et 115 % du courant d'étalonnage.

B.4.3 Inductance série et capacité parallèle

L'inductance série d'une résistance de référence doit être inférieure à 0,1 mH, et sa capacité parallèle doit être inférieure à 1 nF.

B.5 Circuit pour les fréquences de 25 kHz (voir Figure B.1)

B.5.1 Chauffage des cathodes

Les ballasts de référence HF peuvent être utilisés dans un circuit faisant appel à des sources d'alimentation distinctes pour obtenir un amorçage correct de la lampe par chauffage des cathodes. Ces sources doivent être débranchées lors des mesures sur une lampe.

B.5.2 Alimentation

Lors des essais à l'aide du ballast de référence HF ou lors du réglage de ce dernier, la tension d'alimentation HF utilisée doit être telle qu'à pleine charge, la somme efficace des harmoniques ne doit pas dépasser 3 % de la composante fondamentale.

Cette alimentation doit être stable et exempte, autant que possible, de toute variation brusque. Pour obtenir de meilleurs résultats, il convient que la tension soit régulée à 0,2 % près.

Pour les ballasts de référence du type résistance, la précision de la fréquence doit être de 2 %.

B.5.3 Appareils de mesure

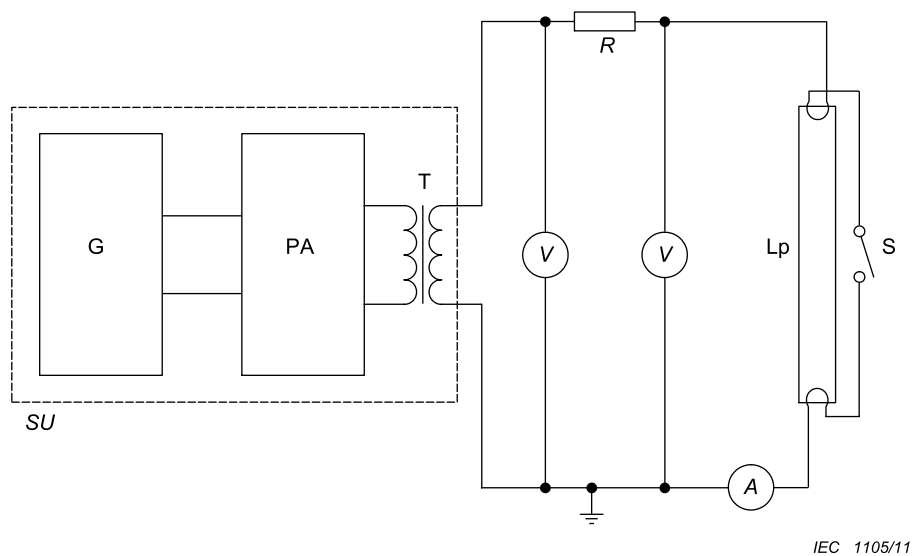
Il convient que tous les appareils de mesure utilisés sur les ballasts de référence HF soient adaptés à un fonctionnement en haute fréquence.

Les détails sont à l'étude.

B.5.4 Câblage

Il convient que les câbles de connexion soient aussi courts et rectilignes que possible, pour éviter toute capacité parasite.

La capacité parasite en parallèle sur la lampe doit être inférieure à 1 nF.



Légende

<i>SU</i>	alimentation (en anglais <i>supply</i>)
<i>G</i>	générateur sinusoïdal
<i>PA</i>	amplificateur de puissance (en anglais <i>power amplifier</i>)
<i>T</i>	transformateur d'isolement
<i>R</i>	résistance de référence
<i>Lp</i>	lampe
<i>S</i>	commutateur d'amorçage (en anglais <i>starting switch</i>)

Figure B.1 – Circuit HF de référence

Annexe C (normative)

Conditions pour les lampes de référence

Une lampe ayant au moins 100 h de vieillissement peut être utilisée comme lampe de référence selon 3.4 si, associée à un ballast de référence dans les conditions définies à l'Annexe A et fonctionnant à une température ambiante de 25 °C, cette lampe ne dévie pas de plus de 2,5 % par rapport aux valeurs assignées correspondantes, selon le cas, indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, en ce qui concerne la puissance, la tension aux bornes ou le courant de fonctionnement.

Pour les lampes de référence fonctionnant sans starter, si la résistance des cathodes diffère de plus de 10 % par rapport à la valeur assignée de la feuille de caractéristiques de la lampe, elle peut être réduite en utilisant une résistance de dérivation.

On doit toujours utiliser une lampe de référence du type correspondant au ballast en essai.

Le courant traversant une lampe de référence stabilisée et associée à un ballast de référence doit présenter sensiblement la même forme d'onde entre deux demi-périodes successives.

NOTE Ces dispositions réduisent la possibilité d'obtenir des harmoniques d'ordre pair par un quelconque effet de redressement.

Annexe D **(informative)**

Précisions sur les conditions d'amorçage

D.1 Généralités

Les exigences pour les conditions d'amorçage indiquées à l'Article 7 et les informations complémentaires figurant dans les feuilles de caractéristiques des lampes des publications de l'IEC ont été spécifiées pour englober les différentes méthodes d'amorçage de lampes pouvant être utilisées sur l'appareillage électronique.

Ces modes d'amorçage pouvant être plus complexes que ceux qui sont utilisés dans les circuits classiques de 50 Hz ou 60 Hz, cette annexe est destinée à fournir des informations complémentaires destinées à faciliter la compréhension des exigences de la présente norme et des données spécifiées dans les feuilles de caractéristiques de lampe.

D.2 Caractéristiques agissant sur l'amorçage des lampes

Le mécanisme d'amorçage d'une lampe à fluorescence dépend essentiellement de cinq caractéristiques physiques suivantes:

- chauffage de la cathode: Energie alimentée pour le préchauffage et durée d'application;
- tension en circuit ouvert: Tension aux bornes de la lampe et du dispositif d'aide à l'amorçage lors du préchauffage et de l'allumage de la lampe;
- conditions d'environnement: Température ambiante, humidité relative;
- constitution physique de la lampe: Type et pression du gaz de remplissage, dimensions de la lampe, existence d'un film conducteur interne;
- conditions d'alimentation et influence du luminaire: Fréquence de fonctionnement, dimensions et écartement du dispositif d'aide à l'amorçage.

Toutes ces caractéristiques interagissent les unes sur les autres d'une manière complexe et, si elles ne sont pas correctement associées pour une méthode d'amorçage choisie, on obtiendra des performances médiocres (par exemple réduction de la durée de vie de la lampe, du nombre de cycles d'amorçage pour une lampe donnée, noircissement excessif d'extrémité de la lampe).

D.3 Principaux modes d'amorçage de la lampe

Il existe traditionnellement deux méthodes principales d'amorçage des lampes à fluorescence associées à un appareillage de 50 Hz ou 60 Hz, à savoir l'amorçage par préchauffage de la cathode et l'amorçage sans préchauffage de la cathode.

Ces deux méthodes peuvent être utilisées avec des appareillages électroniques, mais en raison des caractéristiques techniques plus évoluées qui peuvent être intégrées dans les appareillages électroniques, souvent des méthodes modifiées doivent être utilisées pour spécifier, pour mesurer et pour évaluer les caractéristiques d'amorçage.

Même si l'amorçage des lampes par les appareillages électroniques est beaucoup plus complexe que celui obtenu par les appareillages classiques de 50 Hz ou 60 Hz, on obtiendra de bons résultats en observant les mêmes principes de base.

D.4 Méthodes particulières d'amorçage de la lampe

D.4.1 Amorçage par préchauffage

On utilise généralement différentes méthodes d'amorçage de la lampe par préchauffage de la cathode, qui fonctionnent toutes selon le même principe général: la cathode doit être alimentée avec une quantité suffisante d'énergie. Des solutions particulières peuvent exister utilisant de manière plus ou moins importante un mode de préchauffage contrôlé par tension ou par courant constant.

Avec toutes ces méthodes, il faut que les exigences ci-dessous soient remplies pendant la durée de l'amorçage pour obtenir des résultats satisfaisants.

- a) Avant que les cathodes atteignent la température d'émission, il ne faut pas que les tensions en circuit ouvert aux bornes de la lampe et/ou entre la lampe et le dispositif d'aide à l'amorçage atteignent des valeurs telles qu'elles entraînent une détérioration des cathodes par des courants de lueur.
- b) Après obtention de la température d'émission des cathodes, il faut que les tensions en circuit ouvert permettent un amorçage rapide de la lampe sans tentatives répétées.
- c) S'il est nécessaire d'élever les tensions en circuit ouvert pour amorcer la lampe après obtention de la température d'émission des cathodes, le passage d'une tension basse à une tension élevée en circuit ouvert doit intervenir alors que les cathodes sont encore à la température d'émission.
- d) Lors de la période de préchauffage des cathodes, le courant de chauffage ou la tension ne doivent pas être trop excessifs pour ne pas entraîner une détérioration de la matière émissive des cathodes par surchauffe.

Les tensions en circuit ouvert requises pour l'amorçage par préchauffage étant relativement basses, des circuits comprenant plusieurs lampes montées en série peuvent être utilisés pour certains types de lampes.

Dans ce cas, on a parfois recours à un ou plusieurs condensateurs d'amorçage pour shunter une partie du circuit des lampes tandis qu'une tension en circuit ouvert maximale est appliquée à la lampe non shuntée. La taille du condensateur d'amorçage est fonction du courant de lueur susceptible de perturber la phase initiale d'amorçage. Il est nécessaire de veiller à équilibrer la capacité du condensateur de démarrage pour qu'il ne remette pas en cause le bon déroulement de l'amorçage ni les performances de l'appareillage et des autres lampes.

D.4.2 Amorçage sans préchauffage

Cette méthode d'amorçage repose sur l'émission par effet de champ se produisant immédiatement sur les cathodes non chauffées d'une lampe dès qu'une tension en circuit ouvert élevée est appliquée à la lampe.

La valeur de la tension en circuit ouvert et l'impédance de l'alimentation de l'appareillage déterminent le délai nécessaire à la lampe pour passer de la phase de décharge à lueur de courant à la phase d'arc maximal.

Le noircissement excessif d'extrémité de la lampe et par conséquent sa défaillance précoce sont dus essentiellement à des courants de lueur trop élevés et/ou trop prolongés lors de l'amorçage. Pour réduire les risques de détérioration dus au courant de lueur, il est nécessaire que la valeur de la tension en circuit ouvert soit à son minimum et que l'appareillage puisse faire « traverser » rapidement cette phase à la lampe, sans que la durée des tentatives répétées d'amorçage n'excède 100 ms.

Certains appareillages se servent des courants cathodiques de la lampe, non pour assurer un chauffage approprié de la cathode, mais par exemple pour aider l'amorçage en réduisant les tensions d'amorçage. Dans ce cas, il faut observer les valeurs limites maximales du courant cathodique pour éviter une surchauffe de la cathode.

D.5 Interprétation des exigences de l'Article 7 et des informations données dans les feuilles de caractéristiques des lampes

D.5.1 Amorçage par préchauffage

D.5.1.1 Energie de chauffage et durée d'émission (t_s)

D.5.1.1.1 Valeurs minimales pour l'énergie de chauffage

La quantité de chaleur nécessaire pour porter un type de cathode donné à la température minimale d'émission peut être exprimée en termes de durée et de deux constantes, Q et P, déterminées par les propriétés physiques de ce type de cathode.

Cette relation peut être formulée par l'équation suivante:

$$E_{\min} = Q_{\min} + P_{\min} \times t$$

$$E_{\max} = Q_{\max} + P_{\max} \times t$$

où

$t = t_s$ est la période écoulée avant le ou les amorçages. Les normes relatives aux lampes utilisent le paramètre t_s comme un instant certain et précis dans le temps. Cependant, en réalité, il s'agit d'une valeur comprise entre t_1 et t_2 . L'intervalle (t_1 , t_2) est illustré à la Figure 1;

NOTE Une durée d'émission inférieure à 0,4 s n'est généralement pas suffisante, l'expérience ayant montré qu'un préchauffage satisfaisant de la cathode n'était pas toujours obtenu dans la pratique.

$Q_{\min}$ est une constante fonction du type de la cathode (J);

$P_{\min}$ est une constante fonction du type de la cathode (W);

$E_{\min}$ est la valeur minimale de l'énergie de chauffage (J);

$Q_{\max}$ est une constante fonction du type de la cathode (J);

$P_{\max}$ est une constante fonction du type de la cathode (W);

$E_{\max}$ est la valeur maximale de l'énergie de chauffage (J).

Les valeurs des constantes Q et P figurent dans chaque feuille de caractéristiques correspondant aux lampes, ainsi que les valeurs des résistances de substitution de la cathode. Des calculs élémentaires peuvent bien entendu être effectués afin de transformer les valeurs d'énergie en valeurs de courant ou de tension, si besoin pour un type particulier d'appareillage.

La valeur de l'énergie de chauffage effective $E_{\min}$ peut être calculée en insérant la valeur mesurée de t_s dans l'équation ci-dessus, qui figure également dans chaque feuille de caractéristiques de la lampe.

D.5.1.1.2 Valeurs maximales de l'énergie de chauffage

Les niveaux maximaux de l'énergie de chauffage sont calculés à partir des formules pour $E_{\max}$ et des valeurs figurant dans la feuille de caractéristiques de chaque lampe, mesurés avec la valeur requise de la résistance de substitution.

Ces exigences sont schématisées à la Figure 1.

NOTE En cas d'interruption de l'alimentation de l'énergie de préchauffage, le transfert d'énergie vers les électrodes est nul. La Figure 1 montrant l'énergie alimentée (et non le contenu énergétique des électrodes), lors de l'interruption de l'alimentation, la courbe de l'énergie reste constante, c'est-à-dire qu'elle forme une ligne horizontale. Le comportement énergétique des électrodes, par exemple pertes par refroidissement, est décrit par la pente P de l'équation $E = Q + P \times t$.

D.5.1.2 Tensions en circuit ouvert

Les informations figurant dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe concernent aussi bien les systèmes qui nécessitent un dispositif d'aide à l'amorçage que les systèmes qui n'en nécessitent pas. Il est essentiel que le système correct soit identifié avant les essais.

Pour certains types de lampes, les feuilles de caractéristiques correspondantes indiquent des valeurs maximales de tension en circuit ouvert avant le temps t_0 supérieures ou égales aux valeurs minimales de tension en circuit ouvert indiquées après le temps t_0 . Les appareillages conçus pour ces types de lampes ne doivent pas nécessairement élever la tension en circuit ouvert pour amorcer correctement ces lampes.

D.5.2 Amorçage sans préchauffage

Une simple mesure de la tension en circuit ouvert ne garantit pas nécessairement un amorçage correct de la lampe par un appareillage ni le respect de la période minimale de courants de lueur. Certains appareillages sont incapables de fournir, au début, le courant nécessaire pour que la lampe passe rapidement de la phase de décharge à lueur à celle de la formation de l'arc.

Pour éviter cette situation, un essai d'impédance de l'appareillage est effectué avec une résistance de substitution de lampe.

Les valeurs de cette résistance de substitution de lampe et les valeurs du courant minimal qu'il faut fournir à cette résistance sont indiquées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

D.6 Exigences de mesure

Comme les caractéristiques d'amorçage et de pré-amorçage de l'appareillage électronique ne garantissent pas obligatoirement une tension et des courants en régime établi, il est nécessaire d'utiliser des dispositifs de mesure et des techniques appropriés.

Annexe E (normative)

Interface de commande pour les appareillages à gradation

E.1 Vue d'ensemble

La présente annexe spécifie l'interface de commande pour les appareillages à gradation. La puissance d'arc de l'appareillage électronique est réglée entre la valeur minimale (ou l'arrêt) et la valeur maximale par le signal de commande appliqué aux bornes de réglage de l'appareillage.

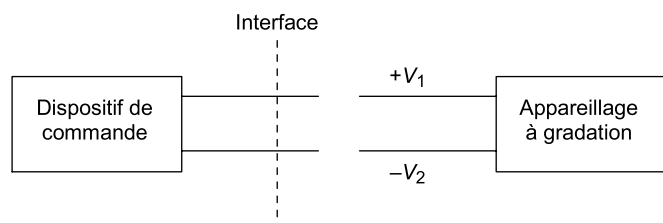
Si le signal de commande n'est pas appliqué, l'appareillage doit donner la valeur maximale de la puissance d'arc, telle qu'elle est définie dans l'IEC 61347-1 et l'IEC 61347-2-3 ou le niveau de défaillance du système, si applicable.

Cette annexe ne traite d'aucune exigence pour les unités de commande.

E.2 Commande par tension continue

E.2.1 Schéma

Une spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue est représentée sur la Figure E.1.



IEC 1106/11

Figure E.1 – Spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue

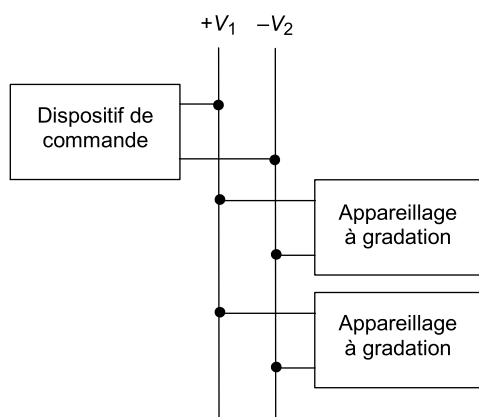
La puissance d'arc d'un appareillage à gradation est commandée par la tension continue appliquée sur l'entrée de commande de l'appareillage à gradation. La tension continue a les caractéristiques suivantes:

Gamme de signaux de commande

$V_{1,2}$ = entre 10 V et 11 V:	valeur maximale de la puissance d'arc
$V_{1,2}$ = entre 0 V et 1 V:	valeur minimale de la puissance d'arc / flux lumineux minimal
$V_{1,2}$ = entre 1 V et 10 V:	puissance d'arc augmentant de la valeur minimale à la valeur maximale
$V_{1,2}$ = entre 0 V et 11 V:	fonctionnement stable de la lampe et flux lumineux stable

E.2.2 Schéma de branchement

En fonction du courant admissible, plusieurs appareillages à gradation peuvent être branchés sur un dispositif de commande selon le schéma suivant (voir Figure E.2):



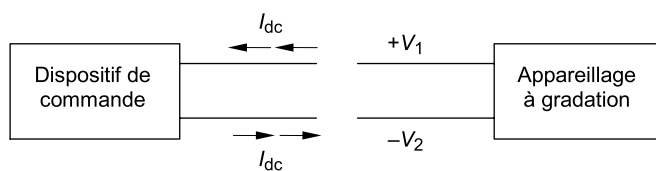
IEC 1107/11

Figure E.2 – Schéma de branchement pour plusieurs appareillages à gradation

E.2.3 Spécifications électriques

E.2.3.1 Schéma

L'appareillage à gradation est source de courant (voir Figure E.3).



IEC 1108/11

Figure E.3 – Schéma avec source de courant

E.2.3.2 Limites de tension de l'entrée de commande

L'appareillage ne doit pas être endommagé quand la tension de l'entrée de commande $V_{1,2}$ est comprise entre -20 V et $+20\text{ V}$.

L'appareillage ne doit pas produire de tensions qui dépassent les valeurs limites pour l'unité de commande, et ne doit en aucun cas dépasser les valeurs suivantes:

$$V_{1,2} \text{ entre } -20\text{ V et } +20\text{ V.}$$

Les bornes de commande doivent être protégées contre les inversions de polarité. Dans ce cas, l'appareillage doit fonctionner avec le flux lumineux minimal, ou ne doit pas fonctionner.

Aux tensions d'entrée de commande comprises entre 0 V et 11 V , le flux lumineux doit être stable.

Cela doit être contrôlé par examen visuel.

E.2.3.3 Limites de courant à l'entrée de commande

Les limites pour le courant à l'entrée de commande, devant être fourni à l'unité de commande, sont $10\text{ }\mu\text{A}$ au minimum et 2 mA au maximum.

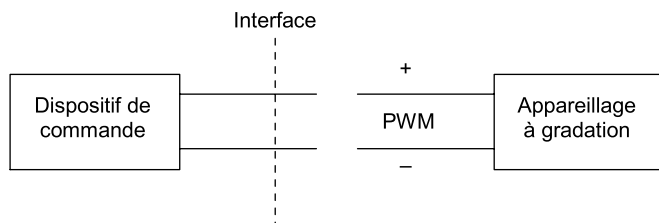
La valeur du courant d'entrée de commande doit être déclarée ou indiquée sur l'appareillage.

E.2.3.4 Mise sous tension

La mise sous tension est autorisée pour n'importe quel niveau de variation.

E.3 Commande par modulation de largeur d'impulsion (PWM, en anglais *pulse width modulation*)**E.3.1 Schéma – spécification fonctionnelle pour la commande par PWM**

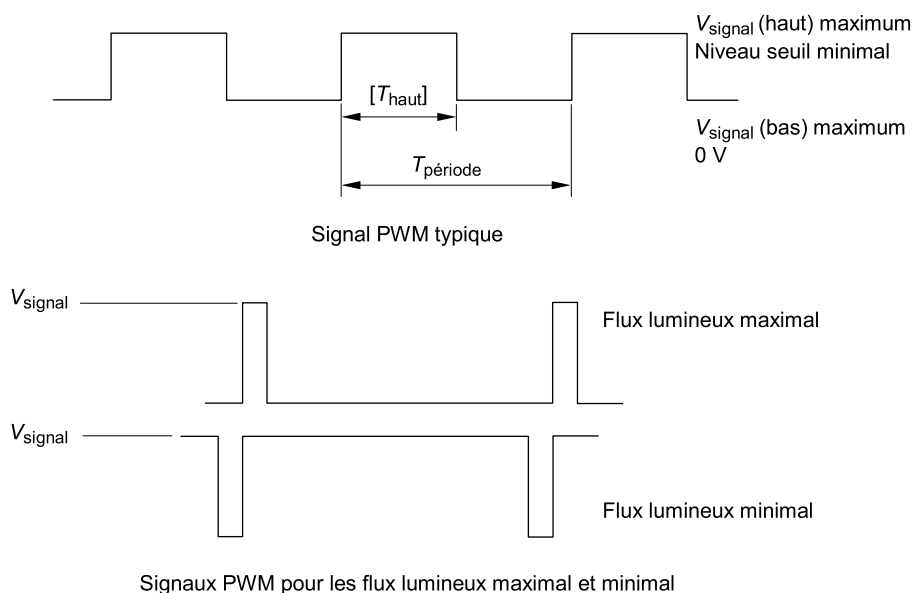
Le schéma de la spécification fonctionnelle pour la PWM est représenté sur la Figure E.4 et la Figure E.5.



IEC 1109/11

Figure E.4 – Spécification fonctionnelle pour la commande par PWM

La puissance d'arc d'un appareillage à gradation est commandée par le signal PWM appliqué sur l'entrée de commande de l'appareillage à gradation. La puissance d'arc est modifiée en faisant varier le pourcentage du temps pendant lequel le signal PWM est au niveau V_{signal} . Le signal PWM a les caractéristiques suivantes:



IEC 1110/11

Figure E.5 – Caractéristiques du signal PWM

La tension du signal est comprise entre $V_{\text{signal}}(\text{bas})$ et $V_{\text{signal}}(\text{haut})$, où:

$V_{\text{signal}}(\text{bas})$ minimum est 0 V;

$V_{\text{signal}}(\text{bas})$ maximum est 1,5 V;

$V_{\text{signal}}(\text{haut})$ minimum est 10 V;

$V_{\text{signal}}(\text{haut})$ maximum est 25 V;

$T_{\text{période}}$ (durée de cycle) est 1 ms minimum et 10 ms maximum.

Pour le flux lumineux, les spécifications suivantes sont définies:

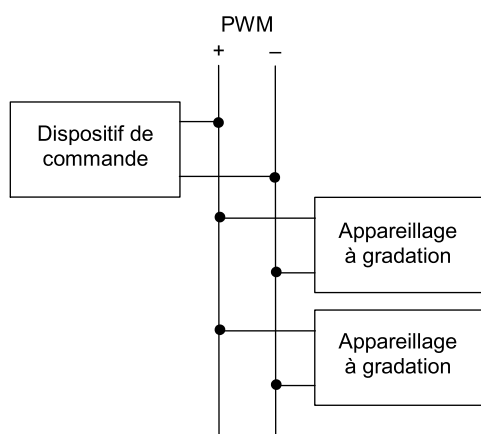
- flux lumineux maximal quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est entre 0 % et 5 % ± 1 %;
- 1 % ou flux lumineux minimal quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est de 95 % ± 1 %;
- extinction quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est >95 %;

NOTE Cette partie du signal est réservée pour l'extinction. Toutefois, si un appareillage ne possède pas cette caractéristique, il convient que sa sortie reste au niveau minimal.

- pas d'extinction quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est <95 %.

E.3.2 Schéma de branchement

En fonction du courant admissible, plusieurs appareillages à gradation peuvent être branchés sur un dispositif de commande selon le schéma présenté à la Figure E.6.



IEC 1111/11

Figure E.6 – Schéma de branchement pour appareillages à gradation à PWM

E.3.3 Spécifications électriques

L'unité de commande est source de courant et l'appareillage est consommateur de courant.

E.3.3.1 Limites de tension du signal

L'appareillage ne doit pas être endommagé quand la tension du signal V_{signal} est en dessous de 25 V.

Les bornes de commande doivent être protégées contre les inversions de polarité. Dans ce cas, l'appareillage ne doit pas fonctionner.

E.3.3.2 Impédance aux bornes de commande

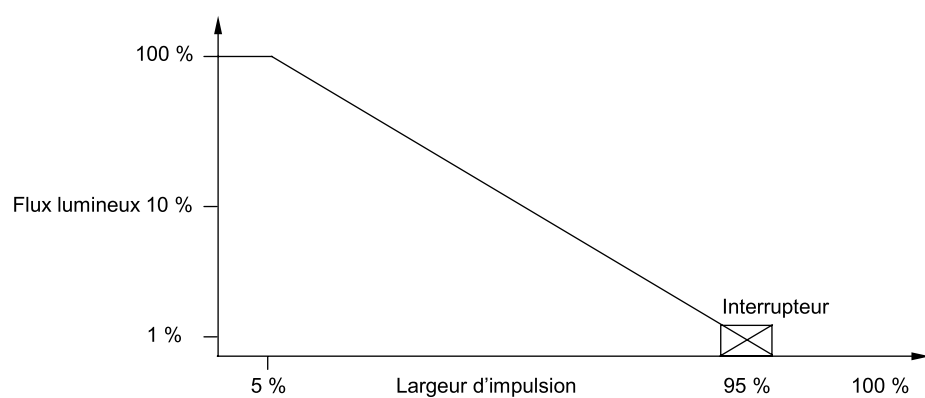
L'impédance aux bornes de commande doit être comprise entre 1 k Ω et 10 k Ω .

E.3.3.3 Courant d'entrée

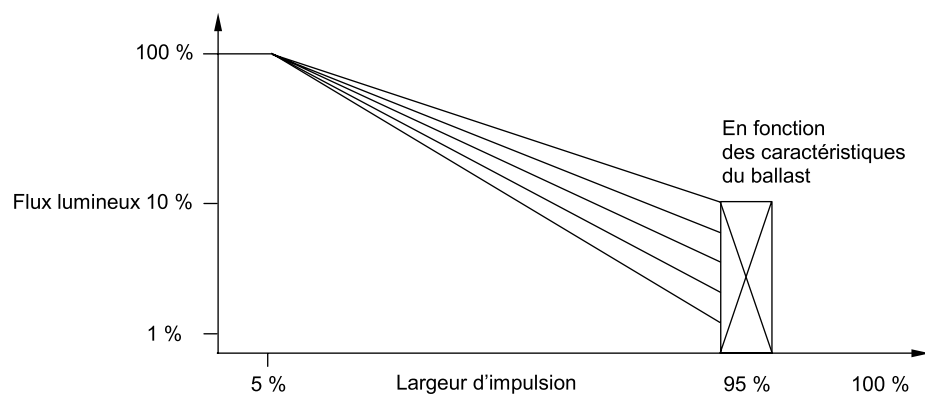
La valeur du courant d'entrée pour 12 V stabilisé doit être déclarée ou indiquée sur l'appareillage.

E.3.4 Exemples de caractéristiques de commande

La Figure E.7 donne des exemples de caractéristiques de commande.



Courbe de variation pour les appareillages à gradation
présentant un flux lumineux minimal égal à 1 %



Courbe de variation pour les appareillages à gradation
présentant un flux lumineux minimal supérieur à 1 %

IEC 1112/11

Figure E.7 – Courbe de variation pour appareillages à gradation

Annexe F (informative)

Exemples de montages d'essai adaptés aux essais SoS et CV

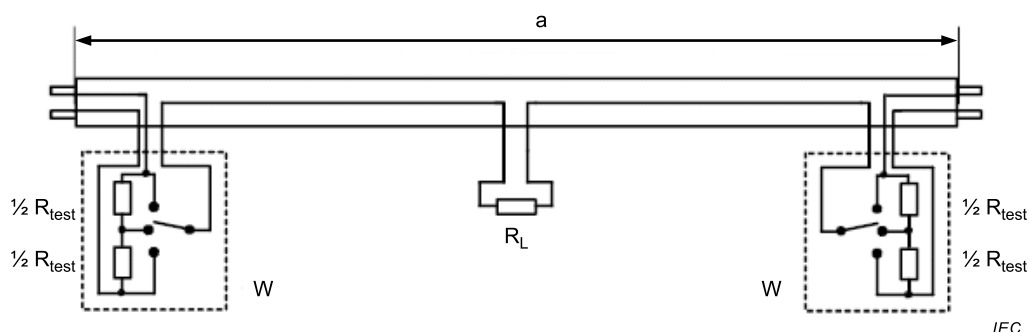
F.1 Généralités

La longueur et la disposition du conducteur entre l'appareillage et les résistances de substitution sont réglées conformément au CISPR TR 30-1. Il convient de placer les résistances de substitution et les commutateurs aussi près que possible des électrodes de lampe et il convient de placer les résistances de lampe aussi près que possible du centre de la lampe.

F.2 Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots

Voir la Figure F.1.

NOTE Une "lampe fictive" est le remplacement complet d'une lampe, composée de R_L et R_{essai} .



Légende

- R_L résistance de substitution de la lampe
- R_{essai} résistance de substitution de la cathode
- W circuit de substitution de la cathode

Figure F.1 – Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots

F.3 Montage de circuit d'un appareillage à une seule et plusieurs lampes pour lampes fluorescentes à deux culots

Le montage d'essai contient des lampes fictives et des résistances de substitution. Par conséquent, il simule la présentation de lampes réelles à câblage symétrique dans un luminaire.

La Figure F.2a représente le montage de mesure pour des appareillages électroniques à une ou deux lampes et La Figure F.2b pour des appareillages électroniques à trois ou quatre lampes. Pour plus de détails, voir le CISPR TR 30-1.

Dimensions en millimètres

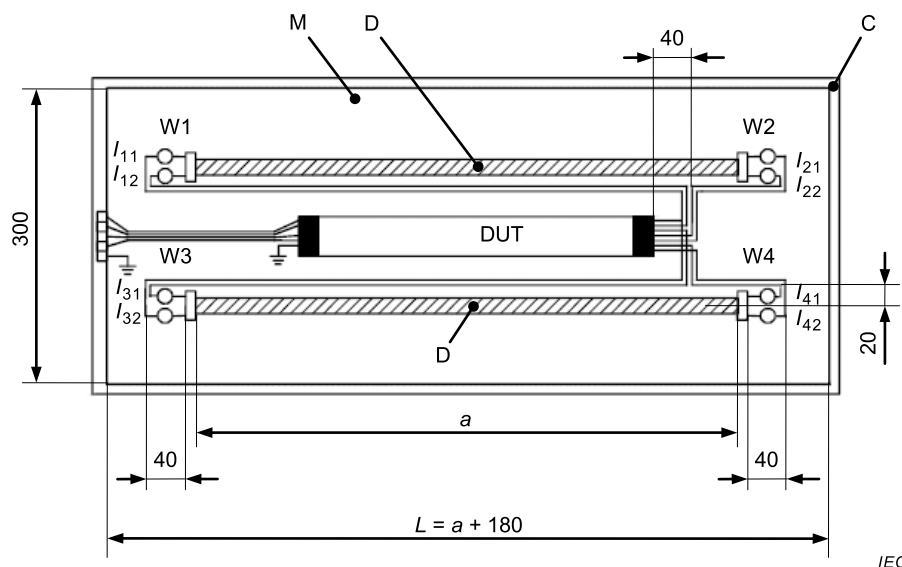


Figure F.2a – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à deux culots

Dimensions en millimètres

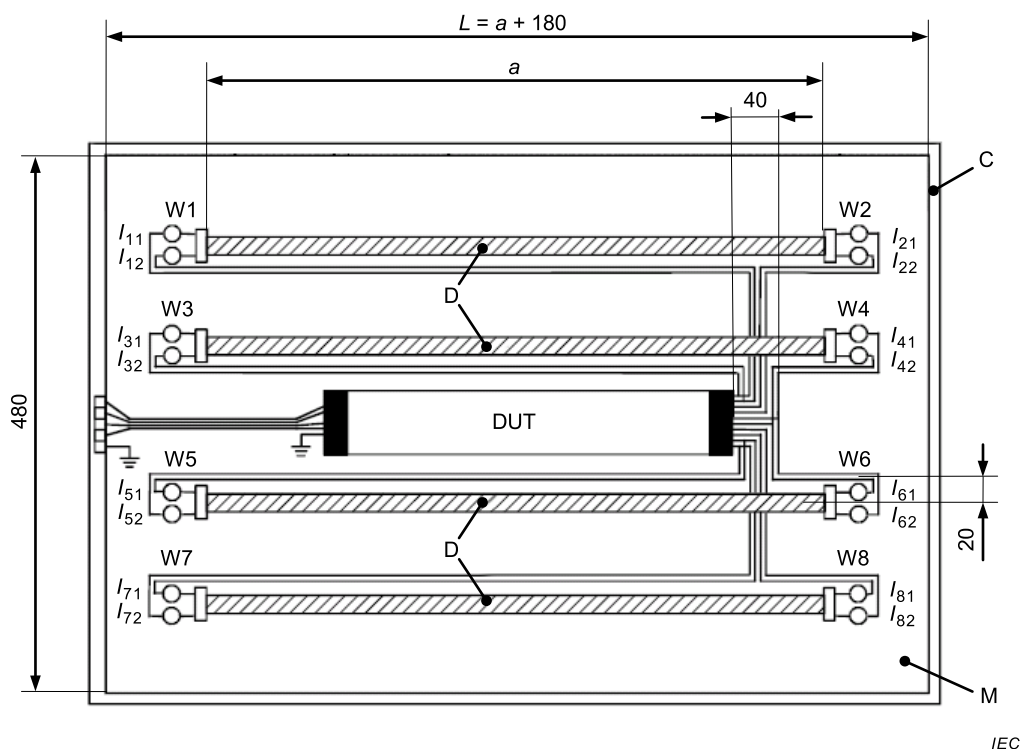


Figure F.2b – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant trois ou quatre lampes fluorescentes à deux culots

Légende

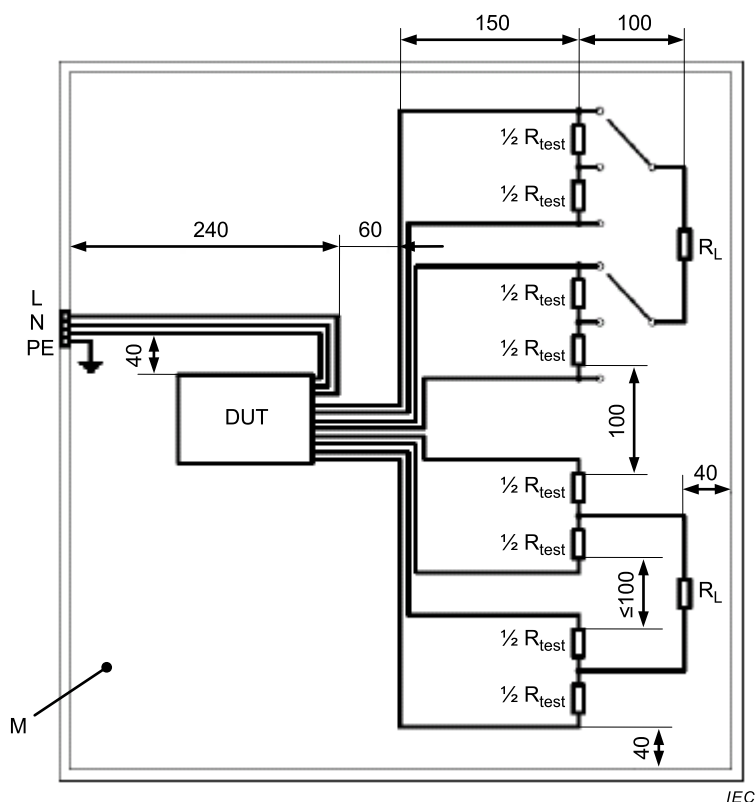
DUT	appareillage en essai	M	plaque de métal
D	lampe fictive	a	longueur de la lampe
C	matériau isolant	W1... m	circuit de substitution pour la cathode (= filament) 1... m
I_{pn}	courants tels qu'indiqués à la Figure 3		

Figure F.2 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant des lampes fluorescentes à deux culots

F.4 Montage de circuit d'un appareillage électronique à une seule et plusieurs lampes pour lampes fluorescentes à culot unique

La Figure F.3 présente le montage d'essai pour des appareillages électroniques utilisant simultanément une ou deux lampes fluorescentes compactes.

Dimensions en millimètres



Légende

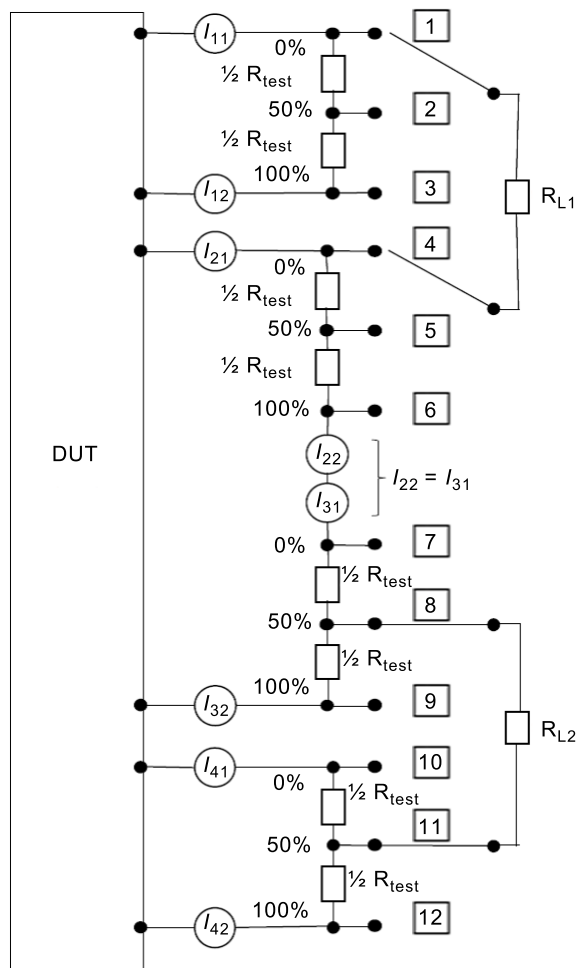
- M plaque de métal, 1 mm d'épaisseur
- DUT appareillage en essai
- R_L résistance de substitution de la lampe

Voir également Figure 3.

Figure F.3 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à culot unique

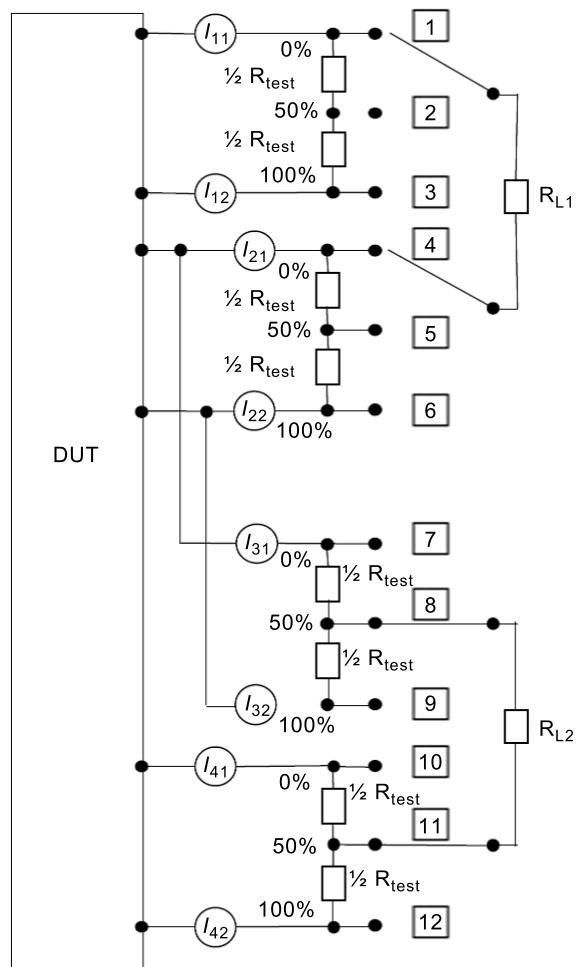
F.5 Montage de circuit pour la connexion de deux lampes en série

La Figure F.4 présente le montage de circuit d'essai pour la connexion de deux lampes en série. Il est défini selon Figure F.4a ou Figure F.4b avec la méthode de connexion d'un filament commun.



IEC

Figure F.4a – Filament commun
connecté en série



IEC

Figure F.4b – Filament commun
connecté en parallèle

Légende

DUT	appareillage en essai
R_{L1} , R_{L2}	résistance de substitution de la lampe
1...6, 7...10	positions du commutateur

Figure F.4 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique
avec connexion de deux lampes en série

Annexe G (informative)

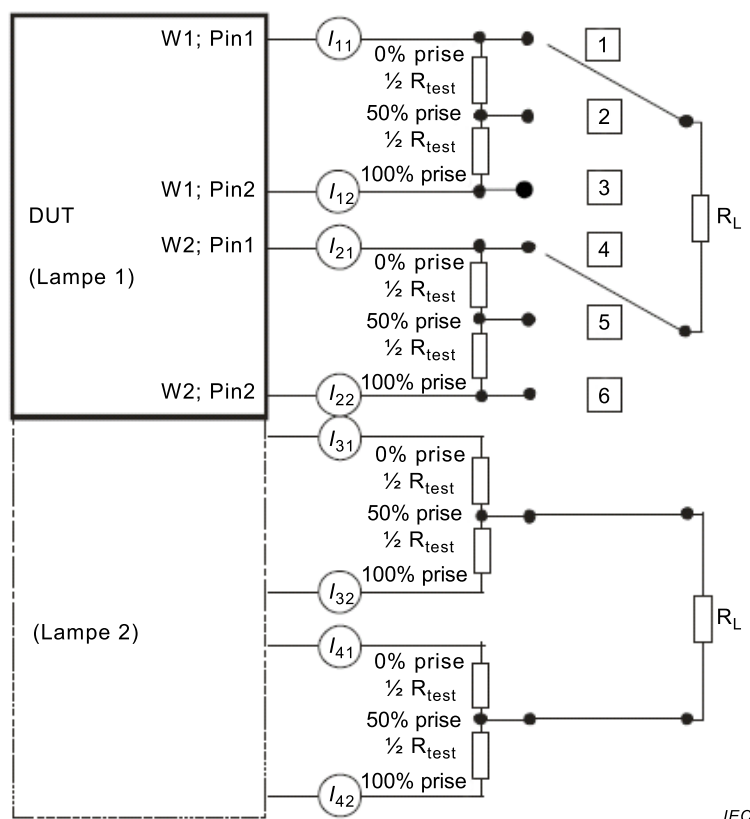
Exemple d'essai SoS-CV avec vue schématique

G.1 Liste des essais nécessaires

Dans l'Annexe G, la transformation des données mesurées est réalisée au moyen de l'équation appropriée issue des feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI, l'analyse étant réalisée en présentant les résultats obtenus sous forme de schémas. Le Tableau I.1 présente une vue d'ensemble des essais nécessaires sur un exemple. La Figure I.1 présente le circuit correspondant.

Tableau G.1 – Liste des essais nécessaires

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}
Vérifier CV par rapport à CV_{min} à 10 % I_{essai}
Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 30 % I_{essai}
Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % I_{essai}



IEC

Légende

1...6 positions de commutateurs

$W_x;Pin_y$ borne de l'appareillage pour la cathode x, fil conducteur y.

Voir également Figure 3.

Figure G.1 – Exemple de montage de circuit d'essai reflétant les mesures nécessaires du Tableau G.1

G.2 Formulaire (exemple) d'enregistrement des valeurs mesurées d'un appareillage électronique à gradation continue avec des lampes FDH-54-G5-L/P-16/1150

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage à gradation continue selon la Figure F.2 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{essai}	A	0,480
$I_{\text{D,min}}$	A	0,050
$I_{\text{D,max}}$	A	0,380
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
CV_{min} à 10 % I_{essai}	V	3,20
SoS_{min} à 30 % I_{essai}	A2	0,282
SoS_{min} à 60 % I_{essai}	A2	0,154
R_{essai1}	Ω	7,5
R_{essai2}	Ω	8,5
R_{L10min}	Ω	3 000
R_{L10max}	Ω	5 600
R_{L30}	Ω	1 100
R_{L60}	Ω	470

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}					
I_D	A	0,050		0,144	0,288
R_L	Ω	3 000	5 600	1 100	470
R_{essai}	Ω	8,5			
Commutateurs W1-W8: prise 50 %					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
I_{51}	A				
I_{52}	A				
I_{61}	A				
I_{62}	A				
I_{71}	A				
I_{72}	A				
I_{81}	A				
I_{82}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Vérifier CV par rapport à CV_{min} à 10 % de I_{Essai}			
I_D	A	0,050	
R_L	Ω	3 000	5 600
R_{essai}	Ω	7,5	
Commutateurs W1-W8: prise 50 %			
CV_1	V		
CV_2	V		
CV_3	V		
CV_4	V		
CV_5	V		
CV_6	V		
CV_7	V		
CV_8	V		

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 3 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS_5	A^2					
SoS_6	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 4 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS_7	A^2					
SoS_8	A^2					

Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % de I_{Essai}		
I_D	A	0,288
R_L	Ω	470
R_{essai}	Ω	7,5
Commutateurs W1-W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
SoS_1	A^2	
SoS_2	A^2	
SoS_3	A^2	
SoS_4	A^2	
SoS_5	A^2	
SoS_6	A^2	
SoS_7	A^2	
SoS_8	A^2	

G.3 Formulaire (exemple) d'enregistrement des valeurs mesurées d'un appareillage électronique en position de gradation à 50 % avec des lampes FDH-54-G5-L/P-16/1150

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage en position de gradation à 50 % selon la Figure F.2 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{essai}	A	0,480
I_D (50 %)	A	0,240
CV_{max}	V	4,35
$I_{LH\text{max}}$	A	0,670
A	—	96,17
B	—	-1,266
R_L	Ω	(586 calculés) 560 sélectionnés
X'_1	A^2	0,410
Y'_1	A	0,889
SoS_{min} à I_D (calculé)	A^2	0,197
R_{essai1}	Ω	7,5
R_{essai2}	Ω	8,5

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}		
I_D	A	0,240
R_L	Ω	560
R_{essai}	Ω	8,5
Commutateurs W1-W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
CV_1	V	
CV_2	V	
CV_3	V	
CV_4	V	
CV_5	V	
CV_6	V	
CV_7	V	
CV_8	V	

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 3 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS_5	A^2					
SoS_6	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 4 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS_7	A^2					
SoS_8	A^2					

G.4 Formulaire (exemple) de description des valeurs mesurées d'un appareillage électronique à gradation continue avec deux lampes en série

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage à gradation continue selon la Figure F.4 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}					
I_D	A				
R_L	Ω				
R_{essai}	Ω				
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Vérifier CV par rapport à CV_{min} à 10 % de I_{essai}			
I_D	A		
R_L	Ω		
R_{essai}	Ω		
Commutateurs W1 à W12: prise 50 %			
CV_1	V		
CV_2	V		
CV_3	V		
CV_4	V		
CV_5	V		
CV_6	V		
CV_7	V		
CV_8	V		

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{essai}						
I_D	A					
R_L	Ω					
R_{essai}	Ω					
Commutateurs W1 à W8		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{essai}						
I_D	A					
R_L	Ω					
R_{essai}	Ω					
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % de I_{essai}		
I_D	A	
R_L	Ω	
R_{essai}	Ω	
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
SoS_1	A^2	
SoS_2	A^2	
SoS_3	A^2	
SoS_4	A^2	

Bibliographie

CISPR TR 30-1:2012, *Test method on electromagnetic emissions – Part 1: Electronic control gear for single- and double-capped fluorescent lamps* (disponible en anglais seulement)

IEC 60050-845:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 845: Eclairage*

IEC 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-4-30, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

IEC 61547, *Equipements pour l'éclairage à usage général – Exigences concernant l'immunité CEM*

Recommandation UIT-T Z.100, *Langage de description et de spécification (SDL)*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**AC and/or DC-supplied electronic control gear for tubular fluorescent lamps –
Performance requirements**

**Appareillages électroniques alimentés en courant alternatif et/ou continu pour
lampes tubulaires à fluorescence – Exigences de performances**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General notes on tests	9
5 Marking	10
5.1 Mandatory marking.....	10
5.2 Additional mandatory Information	10
5.3 Non-mandatory information	10
6 General statement.....	11
7 Starting conditions.....	11
7.1 General.....	11
7.2 Conditions for control gear with preheating.....	11
7.2.1 General	11
7.2.2 Preheat energy.....	11
7.2.3 Open-circuit voltage	12
7.3 Conditions for control gear without preheating.....	13
7.3.1 General	13
7.3.2 Open-circuit voltage	13
7.3.3 Control gear impedance test.....	13
7.3.4 Cathode current.....	13
7.4 Starting aid and distances	14
8 Operating conditions	14
8.1 Ballast lumen factor.....	14
8.2 Total circuit power	14
8.3 Requirements for dimming.....	14
8.3.1 Heating of the lamp cathodes	14
8.3.2 Control interfaces	24
8.4 Limitation of the lamp current	24
9 Circuit power factor	24
10 Supply current.....	24
11 Maximum current in any lead to a cathode.....	25
12 Lamp operating current waveform.....	25
13 Impedance at audio frequencies	25
14 Operational tests for abnormal conditions.....	25
14.1 Removal of lamp(s)	25
14.2 Lamp fails to start.....	26
14.3 Control gear behaviour close to end of lamp life	26
15 Endurance.....	26
15.1 General.....	26
15.2 Temperature cycling.....	26
15.3 Test at $t_c + 10\text{ K}$	28

Annex A (normative) Tests.....	32
Annex B (normative) Reference ballasts	37
Annex C (normative) Conditions for reference lamps	41
Annex D (informative) Explanation of starting conditions.....	42
Annex E (normative) Control interface for controllable control gear	46
Annex F (informative) Examples of suitable test set-ups for SoS and CV testing.....	51
Annex G (informative) Example of a SoS-CV test with diagrammatic view.....	55
Bibliography.....	65
Figure 1 – Schematic illustration of the energy required for preheating and starting	29
Figure 2 – Test circuits for non-preheat starting mode	31
Figure 3 – Fundamental test set-up for the SoS-test	15
Figure 4 – Fundamental test set-up for the CV-test	16
Figure 5 – Example of temperature cycling described under 15.2 d) 2)	27
Figure A.1 – Measurement of impedance at audio frequencies.....	35
Figure A.2 – Test circuit for control gear for preheat starting mode	36
Figure B.1 – HF reference circuit	40
Figure E.1 – Functional specification for d.c. voltage control	46
Figure E.2 – Connection diagram for several controllable control gear	47
Figure E.3 – Circuit diagram with current sourcing	47
Figure E.4 – Functional specification for PWM control	48
Figure E.5 – PWM signal characteristics	48
Figure E.6 – Connecting diagram for PWM controllable control gear	49
Figure E.7 – Dimming curve for controllable control gear	50
Figure F.1 – Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps	51
Figure F.2 – Typical test set-ups for electronic control gear operating double-capped fluorescent lamps	52
Figure F.3 – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two single- capped fluorescent lamps	53
Figure F.4 – Typical test set-up for electronic control gear for connecting two lamps in series	54
Figure G.1 – Example of test circuit set-up reflecting the necessary measurements of Table G.1	55
Table 1 – Control gear life time information.....	10
Table 2 – Maximum permitted parasitic inductances, capacitances and contact resistances of a test circuit set-up according to Figures 3 and 4	16
Table 3 – Dimming levels and measured values.....	18
Table G.1 – List of necessary tests	55

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**AC and/or DC-SUPPLIED ELECTRONIC CONTROL GEAR
FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS –
PERFORMANCE REQUIREMENTS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60929 bears the edition number 4.1. It consists of the fourth edition (2011-05) [documents 34C/963/FDIS and 34C/976/RVD] and its amendment 1 (2015-10) [documents 34C/1114/CDV and 34C/1157/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60929 has been prepared by subcommittee 34C: Auxiliaries for lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

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

NOTE In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper: in roman type.
- *Test specifications: in italic type.*
- Explanatory matter: in smaller roman type.

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

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

The contents of the corrigendum of September 2011 have been included in this copy.

INTRODUCTION

This International Standard covers performance requirements for electronic control gear for use on a.c., at 50 Hz or 60 Hz, and/or d.c. supplies up to 1 000 V with operating frequencies deviating from the supply frequency, associated with tubular fluorescent lamps as specified in IEC 60081 and IEC 60901, and other tubular fluorescent lamps for high frequency operation, still to be standardised.

These control gear are intended to operate lamps at various frequencies including high frequencies and at various lamp powers. Attention is drawn to the fact that operating frequencies below 20 kHz may cause audio noise disturbance, whereas frequencies above 50 kHz may increase radio interference problems.

Some lamps may be specifically designed for high-frequency operation on high-frequency control gear. Two starting modes, preheat and non-preheat, are described.

NOTE Lamps, only specified for preheat starting may be operated on other types of circuits. The control gear manufacturer should provide test data which shows satisfactory starting and operation similar as the ones stated in Clause 6.

In order to obtain satisfactory performance of fluorescent lamps and electronic control gears, it is necessary that certain features of their design be properly co-ordinated. It is essential, therefore, that specifications for them be written in terms of measurement made against some common baseline of reference, permanent and reproducible.

These conditions may be fulfilled by reference ballasts. Moreover, the testing of control gear for fluorescent lamps will, in general, be made with reference lamps and, in particular, by comparing results obtained on such lamps with control gear to be tested and with reference ballast.

Whereas the reference ballast for frequencies of 50 Hz or 60 Hz is a self-inductive coil, the high-frequency reference ballast is a resistor because of its independence of frequency and the lack of influence of parasitic capacitance.

AC and/or DC-SUPPLIED ELECTRONIC CONTROL GEAR FOR TUBULAR FLUORESCENT LAMPS – PERFORMANCE REQUIREMENTS

1 Scope

This international Standard specifies performance requirements for electronic control gear for use on a.c. at 50 Hz or 60 Hz and/or d.c. supplies, both up to 1 000 V, with operating frequencies deviating from the supply frequency, associated with fluorescent lamps as specified in IEC 60081 and IEC 60901, and other fluorescent lamps for high-frequency operation.

NOTE 1 Tests in this standard are type tests. Requirements for testing individual control gear during production are not included.

NOTE 2 There are regional standards regarding the regulation of mains current harmonics and immunity for end-products like luminaires and independent control gear. In a luminaire, the control gear is dominant in this respect. Control gear, together with other components, should comply with these standards.

NOTE 3 Requirements for the digital addressable lighting interface of electronic control gear are given in IEC 62386.

2 Normative references

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

IEC 60081:1997, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

Amendment 1(2000)

Amendment 2 (2003)

Amendment 3 (2005)

Amendment 4 (2010)

IEC 60901:1996, *Single-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

Amendment 1(1997)

Amendment 2 (2000)

Amendment 3 (2004)

Amendment 4 (2007)

IEC 61347-1:2007, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*

Amendment 1(2010)¹

IEC 61347-2-3:2000, *Lamp controlgear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps*

Amendment 1(2004)

Amendment 2 (2006)

IEC 62386 (all parts), *Digital addressable lighting*

IEC TR 62750:2012, *Unified fluorescent lamp dimming standard calculations*

¹ There exists a consolidated edition 2.1 (2010) that comprises IEC 61347-1:2007 and its Amendment 1 (2010).

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

starting aid

a conductive strip affixed to the outer surface of a lamp, or a conductive plate which is spaced within an appropriate distance from the lamp

A starting aid is usually connected to earth potential, and can only be effective when it has an adequate potential difference from one end of the lamp.

3.2

ballast lumen factor

blf

ratio of the luminous flux of the lamp when the ballast under test is operated at its rated voltage, to the luminous flux of the same lamp operated with the appropriate reference ballast supplied at its rated voltage and frequency

3.3

reference ballast

special ballast, either inductive for lamps for operation on a.c. mains frequencies, or resistive for lamps for operation on high frequency

It is designed for the purpose of providing comparison standards for use in testing ballasts, for the selection of reference lamps and for testing regular production lamps under standardised conditions. It is essentially characterised by the fact that, at its rated frequency, it has a stable voltage/current ratio which is relatively uninfluenced by variations in current, temperature and magnetic surroundings, as outlined in this standard.

[IEC 60050-845:1987, 845-08-36, modified]

3.4

reference lamp

lamp selected for testing control gear which, when associated with a reference ballast, has electrical characteristics which are close to the nominal values as stated in the relevant lamp standard

NOTE Specified conditions are given in Annex C.

3.5

total circuit power

total power dissipated by control gear and lamp in combination, at rated voltage and frequency of the control gear

3.6

circuit power factor

λ

power factor of the combination of a control gear and the lamp or lamps for which the control gear is designed

3.7

preheat starting

type of circuit in which the lamp electrodes are brought to emission temperature before the lamp actually ignites

3.8

non-preheat starting

type of circuit which utilises a high open-circuit voltage causing secondary electron emission from electrodes

3.9

electronic control gear life time

declared average life time at which 90 % of the electronic control gears are still operating

NOTE 1 In the context of life time, an electronic control gear is “operating” if it still fulfils its intended functions.

NOTE 2 The manufacturer applies suitable methods, e.g. statistical calculation and/or reliability testing.

3.10

ambient temperature

t_a

temperature range of the air surrounding the electronic control gear declared by the manufacturer to indicate the normal operating temperature range for the electronic control gear

NOTE 1 The lifetime of the electronic control gear is given at the ambient temperature t_a ; for ease of measurement, also the corresponding temperature of the t_c point is given.

NOTE 2 The measurement test condition for the ambient temperature assigned to the DUT should be in accordance to Annex D of IEC 61347-1 at the rated voltage.

4 General notes on tests

4.1 Tests according to this standard are type tests.

NOTE The requirements and tolerances permitted by this standard are based on the testing of a type test sample submitted by the manufacturer for that purpose. In principle this type test sample should consist of units having characteristics typical of the manufacturer's production and be as close to the production centre point values as possible.

It may be expected with the tolerances given in this standard that products manufactured in accordance with the type test sample will ensure compliance with the standard for the majority of the production. However, due to the production spread, it is inevitable that there will sometimes be products outside the specified tolerances. For guidance on sampling plans and procedures for inspection by attributes, see IEC 60410.

4.2 The tests are carried out in the order of the clauses, unless otherwise specified.

4.3 One control gear is submitted to all tests, unless otherwise stated.

4.4 In general, all tests are made on each type of control gear or where a power range of similar control gear is involved, for each rated power in the range or on a representative selection from the range as agreed with the manufacturer.

4.5 The tests are made under the conditions specified in Annex A. Lamp data sheets not published in an IEC publication shall be made available by the lamp manufacturer.

4.6 All control gear specified in this standard shall comply with the requirements of IEC 61347-2-3.

4.7 Attention is drawn to lamp performance standards which contain “information for control gear design”; this should be followed for proper lamp operation; however, this standard does not require the testing of lamp performance as part of the type test approval for control gear.

5 Marking

5.1 Mandatory marking

Electronic control gear shall be clearly marked with the following mandatory marking as applicable.

- a) Circuit power factor, e.g. 0,85.

If the power factor is less than 0,95 capacitive, it shall be followed by the letter C, e.g. 0,85 C.

The following marking shall also be added, if appropriate:

- b) The symbol $\overline{Z}$ which indicates that the control gear is designed to comply with the conditions for audio-frequency impedance.

5.2 Additional mandatory Information

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

- a) a clear indication regarding the type of starting, viz. preheat or non-preheat;
- b) indication whether a control gear needs a starting aid;
- c) ballast lumen factor if different from $1 \pm 0,05$;
- d) life time of the control gear is linked to the ambient temperature and the measured temperature on the reference point t_c .

For the information, the format of Table 1 has to be used. Corresponding to the fixed ambient temperature values 40 °C, 50 °C and 60 °C, the values of the temperature measured on the reference point t_c and the declared life time have to be inserted by the manufacturer. The value of the temperature of the t_c point given in the table shall never exceed the t_c (IEC 61347-1), therefore, in that case, the column where the temperature of t_c -point exceeds t_c will be left blank; but at least the column with ambient temperature 40 °C shall always be filled.

Table 1 – Control gear life time information

Ambient temperature	40 °C	50 °C	60 °C
Temperature measured on the reference point t_c	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Life time	XX XXX ^b	XX XXX ^b	XX XXX ^b
^a "°C" values declared by the control gear manufacturer			
^b "h" values declared by the control gear manufacturer			

NOTE 1 Additional information from the control gear manufacturer to the ambient temperature and life time given in Table 1 is allowed.

NOTE 2 For multi power control gear the most adverse load condition or a table for each lamp-control gear combination should be given.

5.3 Non-mandatory information

Non-mandatory information which may be made available by the manufacturer:

- a) rated output frequency at rated voltage, with and without lamp operating;
- b) limits of the ambient temperature range within which the control gear will operate satisfactorily at the declared voltage (range);
- c) total circuit power.

6 General statement

It may be expected that control gear complying with this standard, when associated with lamps which comply with IEC 60081 or IEC 60901 or other fluorescent lamps for high-frequency operation, will provide satisfactory starting of the lamp at an air temperature immediately around the lamp between 10 °C and 35 °C and operation between 10 °C and 50 °C at voltages within 92 % and 106 % of the rated voltage.

NOTE 1 The electrical characteristics as given on the lamp data sheets of IEC 60081 and IEC 60901, and applying to operation on a reference control gear at rated voltage with a frequency of 50 Hz or 60 Hz, may deviate when operating on a high frequency control gear and the conditions of item b) of 5.3 above.

NOTE 2 In some regions, there are laws on EMC for luminaires. The control gear is also contributing to this EMC behaviour. See Bibliography for reference.

7 Starting conditions

7.1 General

Control gear shall start lamps without adversely affecting the performance of the lamp when operated according to intended use. An explanation of the starting conditions is given in Annex D.

Compliance is checked by the tests according to 7.2 to 7.4, as appropriate, with the control gear operating at any supply voltage between 92 % and 106 % of its rated value.

7.2 Conditions for control gear with preheating

7.2.1 General

Control gear shall be tested according to the following requirements and in line with the requirements of Clause A.3. The same requirements for preheating also apply to controllable control gear at starting in any dimming position.

The lamp data sheet provides one substitution resistor $R_{\text{sub(min)}}$ which is used with the control gear in order to test its capability to produce the minimum energy according to the lamp data sheet. If the control gear does not provide at least the minimum energy, it has failed. The maximum energy line has to be tested with another substitution resistor $R_{\text{sub(max)}}$ which corresponds to the upper energy. If the control gear generates too high energy, it has failed. The value of the second resistor is also given on the lamp data sheet. In cases where no value is given, preliminary values may be obtained from the lamp manufacturer.

7.2.2 Preheat energy

The control gear shall deliver at least the minimum total heating energy E_{min} at t_1 according to the time/energy limits on the relevant lamp data sheets (see Figure 1). Within the interval (t_1 , t_2) the total heating energy shall be between E_{min} and E_{max} according to the relevant lamp data sheet (see Figure 1).

The maximum heating energy shall not exceed the limits specified on the relevant lamp data sheet at any time before t_2 . This does not apply in the interval (t_1 , t_2), if $t_2 - t_1 < 0,1$ s.

The absolute minimum preheat time shall be 0,4 s unless otherwise specified on the relevant lamp data sheet.

In order to prevent arcing, the voltage supplied to the substitution resistor should remain below 11 V r.m.s., for $E < E_{\text{min}}$.

If a lamp data sheet does not give any energy data for preheating, and the preheat current requirements are not applicable, the lamp manufacturer shall provide appropriate preheat data.

Compliance with the requirements for the cathode preheat current can be tested as follows.

With a non-inductive substitution resistor of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, the control gear shall deliver a minimum and maximum total heating current according to the time/current limits specified on the relevant lamp data sheet. The minimum preheat current i_k is defined as

$$i_k = \sqrt{\frac{a}{t_e} + i_m^2}$$

where

a is the constant ($A^2 s$) for a specific cathode type;

i_m is the absolute minimum value of the effective heating current (A) to achieve emission, if application time is of sufficiently long duration (e.g. ≥ 30 s from cold);

t_e is the time (s) to emission.

NOTE Emission time less than 0,4 s is normally not acceptable because experience has shown that satisfactory cathode preheating is not always achievable in practice.

Values for a and i_m are given on the lamp data sheet.

Measurements are conducted with a non-inductive substitution resistor for testing cathode preheat requirements of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, also in case of two or more lamps simultaneously operated.

7.2.3 Open-circuit voltage

During the preheat period, the open-circuit voltage between any pair of substitution resistors shall not exceed the maximum value specified on the lamp data sheet, including the DC-offset according to Clause E.4 of IEC 60081, and Clause D.3 of IEC 60901. After the preheat period, it shall be, or rise to a value, not less than the minimum value equal to the ignition voltage as specified on the lamp data sheet.

Where two or more lamps are operated in series or parallel circuits, each position is measured in turn. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped with a pair of substitution resistors for testing open-circuit voltage.

The open-circuit voltage is measured between the substitution resistors and shall comply in all cases with the value specified on the relevant lamp data sheet for one lamp.

Measurement is made with an oscilloscope. Measurements are conducted with a non-inductive substitution resistor for testing open-circuit voltages as specified on the relevant lamp data sheet.

The control gear manufacturer provides on request the value of the cathode substitution resistor within the specified range which results in the lowest open-circuit voltage for ignition.

7.3 Conditions for control gear without preheating

7.3.1 General

Control gear in accordance with definition 3.8 shall be so designed that the cumulated glow discharge periods during starting do not exceed 100 ms when measured with a reference lamp and without any earthed metal parts close by which might act as a starting aid. The glow discharge period is deemed to have finished if the lamp current is at least 80 % of the rated lamp current.

A control gear is deemed to conform with the above requirements when the following conditions are fulfilled.

7.3.2 Open-circuit voltage

Measurement is made with an oscilloscope. With a non-inductive substitution resistor R_C of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode (see Figure 2a), the open-circuit voltage shall comply with the value specified on the relevant lamp data sheet.

Where two or more lamps are operated in series or parallel, each position is measured in turn. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped with a pair of cathode substitution resistors.

The open-circuit voltage is measured between the substitution resistors and shall comply in all cases with the value specified on the relevant lamp data sheet for one lamp.

NOTE In the case of additional cathode heating during the starting process, lower values may be sufficient provided the glow discharge period does not exceed 100 ms.

7.3.3 Control gear impedance test

With a non-inductive lamp substitution resistor R_L of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for the lamp and a non-inductive resistor R_C of the value specified on the relevant lamp data sheet, substituted for each lamp cathode, (see Figure 2b), and at 92 % of the rated voltage, the control gear shall deliver a current not less than the minimum value specified on that data sheet.

7.3.4 Cathode current

Control gear of the non-preheat start type may supply some cathode heating during the starting process. In Figure 2c, the cathode (heating) current is measured in M1 and M2 as the lower current.

The cathode current, if any, shall not exceed the maximum value specified on the relevant lamp data sheet.

The measurement is carried out with substitution resistors R_i (see Figure 2c), the value of which is calculated as follows:

$$R_i = \frac{11V}{2,1 \times I_r}$$

where I_r is the rated value of the lamp operating current.

This requirement does also apply to electronic control gear with output terminals for more than one lamp. The positions where not to measure are equipped with reference lamps, the position where to measure is equipped as shown in Figure 2c.

7.4 Starting aid and distances

Lamps operated with electronic control gear complying with this standard may require a starting aid as specified in IEC 60081 or 60901. The open-circuit voltage and voltage to starting aid, during preheat and starting, shall be within the limits specified in the information for control gear design on the relevant lamp data sheet.

8 Operating conditions

8.1 Ballast lumen factor

At rated voltage and ambient temperature of $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, the ballast lumen factor shall not be less than 95 % of the value declared by the manufacturer or not less than 0,95 if not declared.

NOTE The luminous flux of a lamp is usually measured with an integrating photometer. For ratio measurements, a suitable luxmeter is sufficient as there is close relationship between flux and luminous intensity at a fixed point.

If the declared lumen factor of the control gear is less than 0,9, evidence shall be given that the performance of lamps operated on that control gear is not impaired.

The requirements of Subclause 8.3 shall be complied.

8.2 Total circuit power

At rated voltage, the total circuit power shall be not more than 110 % of the value declared by the manufacturer, when the control gear is operated with (a) reference lamp(s).

8.3 Requirements for dimming

8.3.1 Heating of the lamp cathodes

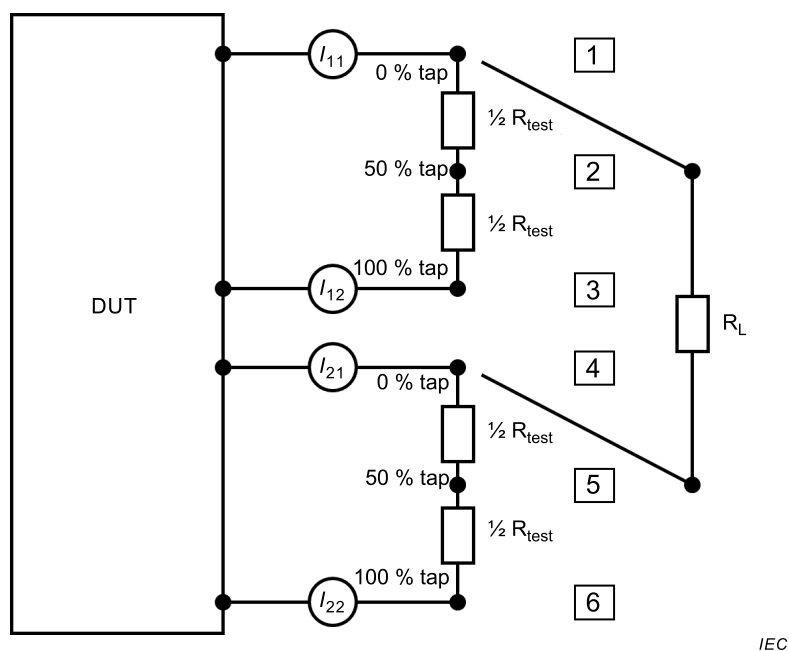
8.3.1.1 General

Fluorescent lamps operated in dimming mode (to reduce luminous flux by reducing discharge current) need their cathodes adequately heated by the electronic control gear. It has been found that measuring the currents through the two lead-in wires to the cathode and calculating the sum of the squares (SoS) of these two currents as a function of the discharge current can estimate the cathode heating. Alternatively, it has also been found that it is possible to estimate cathode heating by measuring the voltage applied across the cathode (CV) while dimming. The heating requirements are described in IEC TR 62750:2012.

The control gear is tested at lamp discharge currents (dim levels) of I_{Dmin} , I_{D30} and I_{D60} . The measurements are conducted with substitution resistors for the cathodes (R_{test}) and for the discharge, the latter dependent on the dim level (R_L , having nominal values of R_{L10Max} and R_{L10Min} as well as R_{L30} and R_{L60}). The lamp substitution resistor values shall be taken from the IEC lamp data sheets. Take care that the substitution resistors are capable of carrying the current, voltage and power occurring in the circuit.

All positions that on control gear that would be connected to a lamp shall instead be connected to substitution resistors. Wherever in this procedure a reference is made to “lamp”, it is intended to mean a set of substitution resistors that represent a lamp.

The hot spot location may vary on the lamp cathode during operation. This effect is simulated in the test by connecting the cathode substitution resistors in different circuit configurations. For this purpose, taps in the middle and at the ends of the cathode substitution resistor networks are equipped with switches (0 – 50 – 100 method), which allow all possible combinations of connection to be realized. The fundamental test set-up is shown in Figure 3.



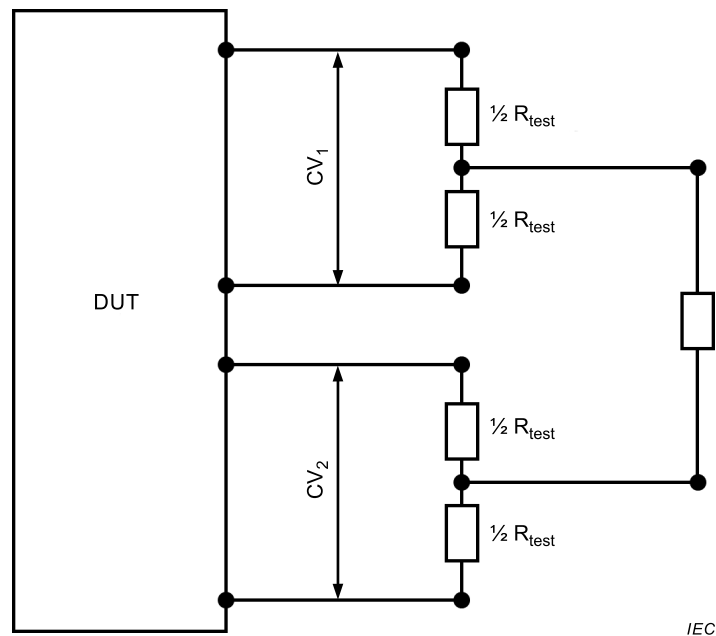
Key

- DUT control gear device under test
- R_L lamp substitution resistor
- I_{nn} measured current
- 1...6 switch positions

Figure 3 – Fundamental test set-up for the SoS-test

In cases where the discharge current is much smaller than the auxiliary heating current, i.e. for the upper and lower heating limits at very low discharge current values (= 10 % of the test current), the cathode lead wire currents are found to be nearly equal.

Thus, for the CV-test, only the centre tap position is required for testing. The CV-test setup shown in Figure 4 is a simplified version of the SoS-test circuit.



Key

- DUT control gear device under test
 R_L lamp substitution resistor
 CV_1 and CV_2 measured cathode voltages

Figure 4 – Fundamental test set-up for the CV-test

8.3.1.2 Basic test conditions

Due to the lamps being operated at high frequency, the test set-up with substitution resistors should be comparable to the set-up of the real luminaire. Relevant examples are given in Annex F.

Check the suitability of the lamp and cathode substitution resistor set-up at high frequencies for the frequency range used by the control gear.

Maintain the maximum contact resistances, parasitic inductances and coupling capacitances of the cathode circuits in test with the lamp dummy inserted (see Table 2).

Table 2 – Maximum permitted parasitic inductances, capacitances and contact resistances of a test circuit set-up according to Figures 3 and 4

Parameter	Maximum value
L (for each heating circuit)	2 μ H
R (contact resistances for each heating circuit)	100 n Ω
C_1 (from heating circuit to heating circuit)	20 pF
C_2 (heating circuit to earth)	150 pF

The values of L , R , C_1 , and C_2 are measured at the lamp wires next to the electronic control gear's lamp terminals. For this purpose, instead of a lamp, the cathode substitution resistors R_{test} are inserted in the test set-up.

Output circuits of electronic control gears, designed for multi-lamp operation, are each tested separately. The output circuits not involved in the test shall be connected to the substitution resistors with equal value to the output circuit which is under test. The variations of the

cathode terminal switch take place only with the output circuit under test. For the other circuit(s), the switch is connected to the middle position (positions 2 and 5 in Figure 3).

Lamp substitution circuits, supplied from multi-lamp electronic control gears (i.e. gears which operate more than one lamp simultaneously), shall each be wired separately when connected with the DUT (device under test). This means that each electrode substitution resistor is equipped with 2 cables, leading to the terminal of the electronic control gear and having an immediate connection according to the electrical circuit design. Each pair of one electrode substitution resistor's cables shall be installed together.

For wiring of the test set-up, H05V-U cables (or equivalent) shall be used. When designing the wiring layout, the values of the parasitic losses shall be in the same order for all lamp circuits. This can be achieved only if the wiring of the lamp circuits is comparable in distances, lengths, etc. and each pair of lamp circuits is located symmetrical to the axis of the device.

Check the suitability of the instruments, i.e. the tolerance at the range of expected frequency and amplitude.

For the r.m.s. current measurement, the measurement period shall be an integer multiple of the mains half wave period.

If the electronic control gear allows operation of different lamps with varying operating parameters, then safeguard with suitable means so that during operation at the lamp dummy the correct choice of parameters for that lamp(s) has been made.

Compliance with the cathode heating conditions shall be tested with each alternative lamp type.

To ensure that control gear reaches the operating state (to “start” the substitution resistors), the procedure may be modified and/or a special prepared control gear may be used, provided the cathode heating would be the same as a production control gear.

8.3.1.3 General test sequence

Table 3 gives an overview of the values for the different dimming levels which shall be measured and controlled. If an electronic control gear is designed for more than one lamp, then the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1. Table 3 includes also the switching position for the simulation of the arc spot and the correlation to the test method (CV or SoS).

Table 3 – Dimming levels and measured values

Subclause	Discharge current	Lamp substitution resistor	Cathode substitution value	Arc spot simulation switch position	Values to be checked
8.3.1.4.2.2	I_{10}	R_{L10min}	R_{test3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc
8.3.1.4.2.3	I_{10}	R_{L10min}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.2.4	I_{10}	R_{L10max}	R_{test3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc
8.3.1.4.2.5	I_{10}	R_{L10max}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.3.2	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.4.3.3	I_{30}	R_{L30}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.4.4.2	I_{60}	R_{L60}	R_{test1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.4.4.3	I_{60}	R_{L60}	R_{test2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc
8.3.1.5.2	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	1-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.3	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	3-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.4	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	1-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc
8.3.1.5.5	I_{30}	R_{L30}	R_{test1}	3-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc

8.3.1.4 Test sequence “arc attachment – middle”**8.3.1.4.1 General**

All tests in 8.3.1.4 are performed with cathode tap 50 % – Figure 3 (equivalent switch positions 2 and 5) or Figure 4.

Values of the lamp and cathode substitution resistors, test current and limit values shall be those from the relevant IEC lamp data sheets.

8.3.1.4.2 Dim level I_{Dmin} **8.3.1.4.2.1 General**

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D (current through the lamp substitution resistors) to I_{Dmin} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.2.2 Minimum heating for minimum lamp substitution resistor R_{L10min}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10min} and filament substitution resistor value R_{test3} .

Measure CV_1 and CV_2 , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ and } CV_2 \geq CV_{min}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

Repeat the measurement procedure of CV_1 and CV_2 for each other lamp of multi lamp control gear.

8.3.1.4.2.3 Maximum heating for minimum lamp substitution resistor R_{L10min}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10min} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

Repeat the measurement procedure of CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} for each other lamp of multi lamp control gear.

8.3.1.4.2.4 Minimum heating for maximum lamp substitution resistor R_{L10max}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10max} and filament substitution resistor value R_{test3} .

Measure CV_1 and CV_2 , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ and } CV_2 \geq CV_{min}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.2).

8.3.1.4.2.5 Maximum heating for maximum lamp substitution resistor R_{L10max}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L10max} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} , then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.3 Dim level I_{D30}

8.3.1.4.3.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D to I_{D30} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.3.2 Minimum heating for lamp substitution resistor R_{L30}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L30} and filament substitution resistor value R_{test1} .

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1.

Lamp 2:

Measure I_{31} , I_{32} , I_{41} and I_{42} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{30}$$

Lamp 3:

Measure I_{51} , I_{52} , I_{61} and I_{62} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{30}$$

Lamp 4:

Measure I_{71} , I_{72} , I_{81} and I_{82} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{30}$$

8.3.1.4.3.3 Maximum heating for lamp substitution resistor R_{L30}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L30} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} , then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}.$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3.).

8.3.1.4.4 Dim level I_{D60}

8.3.1.4.4.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D to I_{D60} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

8.3.1.4.4.2 Minimum heating for lamp substitution resistor R_{L60}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L60} and filament substitution resistor value R_{test1} .

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{60}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1.

Lamp 2:

Measure I_{31} , I_{32} , I_{41} and I_{42} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{60}$$

Lamp 3:

Measure I_{51} , I_{52} , I_{61} and I_{62} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{60}$$

Lamp 4:

Measure I_{71} , I_{72} , I_{81} and I_{82} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ and } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

8.3.1.4.4.3 Maximum heating for lamp substitution resistor R_{L60}

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor value R_{L60} and filament substitution resistor value R_{test2} .

Measure CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} , and I_{22} then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ and } CV_2 \leq CV_{max} \text{ and } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ and } I_{22} \leq I_{LHmax}.$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5 Test sequence “arc attachment – variable” – dim level I_{30}

8.3.1.5.1 General

The control terminal of the electronic control gear is used to adjust the lamp discharge current I_D (current through the lamp substitution resistors) to I_{D30} as indicated on the relevant IEC lamp datasheet.

This test shall be carried out with a lamp substitution resistor of nominal value, R_{L30} . The cathodes are substituted with a resistor having the value of R_{test1} .

8.3.1.5.2 Arc attachment – Figure 3, switch positions 1 and 4 – (cathode tap 0 and 0)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5.3 Arc attachment – Figure 3, switch positions 3 and 6 – (cathode tap 100 and 100)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.4 Arc attachment – Figure 3, switch positions 1 and 6 – (cathode tap 0 and 100)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.5 Arc attachment – Figure 3, switch positions 3 and 4 – (cathode tap 100 and 0)

Electronic control gear, operating one lamp:

Measure I_{11} , I_{12} , I_{21} and I_{22} , and then compare the achieved values with the limit values according to the formulas:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ and } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Electronic control gear, operating more than one lamp:

For further lamps, the same measurements and tests shall be conducted as for Lamp 1 (See 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.6 Test sequence for control gear which cannot obtain I_{Dmin} , I_{D30} and I_{D60}

8.3.1.6.1 General

Some control gear cannot dim to the specified test conditions (e.g. continuous dimming control gear with minimum level above I_{Dmin} , or certain step-dimming control gear). For such control gear, the tests below shall be performed at the values of discharge current as close as possible to I_{D10} , I_{D30} , and I_{D60} . The value of the lamp arc substitution resistor shall be within 20 % of the value calculated according to linear interpolation lamp-specific parameters specified in IEC lamp datasheets.

$$R_L = \frac{R_{L60} - R_{L30}}{I_{D60} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{D30} < I_D < I_{D60}$$

$$R_{Lmin} = \frac{R_{L10min} - R_{L30}}{I_{Dmin} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{Dmin} < I_D < I_{D30}$$

$$R_{Lmax} = \frac{R_{L10max} - R_{L30}}{I_{Dmin} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{for } I_{Dmin} < I_D < I_{D30}$$

8.3.1.6.2 Dim level $I_{Dmin} \leq I_D \leq (I_{Dmin} + I_{D30})/2$

For the range of discharge currents between I_{Dmin} and $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$, the tests of filament heat shall be performed using values of minimum and maximum arc substitution resistors R_{Lmin} and R_{Lmax} and according to the procedures given in 8.3.1.4.2.2, 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.4 and 8.3.1.4.2.5.

8.3.1.6.3 Dim level $(I_{Dmin} + I_{D30})/2 \leq I_D \leq I_{D30}$

For the range of discharge currents between $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$ and I_{D30} , the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistors R_{Lmin} and R_{Lmax} as calculated in 8.3.1.6.1 and according to the procedures given in 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.5, 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 and 8.3.1.5.5.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $\text{SoS}_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.6.4 Dim level $I_{D30} \leq I_D \leq (I_{D30} + I_{D60})/2$

For the range of discharge currents between I_{D30} and $(I_{D30} + I_{D60})/2$, the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistors R_L as calculated in 8.3.1.6.1 and according to the procedures given in 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.4.3.3, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 and 8.3.1.5.5.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.6.5 Dim level $(I_{D30} + I_{D60})/2 \leq I_D \leq I_{Dtrans}$

For the range of discharge currents between $(I_{D30} + I_{D60})/2$ and I_{Dtrans} , the tests of filament heat shall be performed using values of arc substitution resistor R_L as calculated above, and according to the procedures given in 8.3.1.4.4.2 and 8.3.1.4.4.3.

The value of minimum SoS for compliance shall be calculated according to $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, where I_d is the minimum value of lamp current delivered by the control gear, and X_1 and Y_1 are the lamp-specific cathode coefficients specified in IEC lamp datasheets.

8.3.1.7 Compliance

The electronic control gear shall meet all maximum and minimum cathode heat limit values of 8.3.1.3 to 8.3.1.6. An example for test results recording is given in Annex G.

8.3.2 Control interfaces

The requirements of Annex E apply. For digital interfaces, the requirements of IEC 62386 apply together with the mandatory of the manufacturer of the electronic control gear.

At present, there are also other non-standardized interfaces, which can lead to problems of interchangeability between interfaces. Test these interfaces according to the manufacturer's specifications.

8.4 Limitation of the lamp current

Unless otherwise specified on the relevant lamp data sheet, the control gear operated at rated voltage shall limit the current delivered to a reference lamp to a value not exceeding 115 % of that delivered to the same lamp when it is operated with a reference control gear.

9 Circuit power factor

For the a.c. supplied electronic control gear, the measured circuit power factor shall not differ from the marked value by more than 0,05 when the control gear is operated with one or more reference lamp(s) and the whole combination is supplied at its rated voltage and frequency.

For controllable control gear, the power factor is measured at full power.

10 Supply current

At rated voltage, the supply current shall not differ by more than ± 10 % from the value marked on the control gear or declared in the manufacturer's literature, when the control gear is operated with (a) reference lamp(s).

For controllable control gear, the supply current shall not exceed the value marked on the control gear according to IEC 61347-1 by more than 10 % in any dimming position. The scan

over all dimming positions can be replaced, if the value of the maximum supply current and the corresponding dimming positions are provided.

11 Maximum current in any lead to a cathode

In normal operation at any supply voltage between 92 % and 106 % of the rated value, the current flowing in any one of the cathode terminations shall not exceed the value given on the relevant lamp data sheet.

The measurement is made with an oscilloscope or another suitable device. The measurements shall be made with a reference lamp at all contacts to the cathodes.

12 Lamp operating current waveform

The control gear shall be operated with a reference lamp or lamps at its rated voltage. After lamp stabilisation, the waveform of the lamp current shall comply with the following conditions.

- a) For a.c. supplied electronic control gear:

In every successive half-cycle, the enveloping wave of the lamp current shall not differ by more than 4 % at the same time after phase zero passage of the mains supply voltage.

NOTE The purpose of this requirement is to avoid flicker due to the inconsistency of the wave shape of the enveloping wave from half mains cycle to half mains cycle.

- b) The maximum ratio of peak value to r.m.s. value of the lamp current shall not exceed 1,7.

NOTE In Japan, a crest factor of 2,1 maximum is permitted, when additional cathode heating is applied.

13 Impedance at audio frequencies

Control gears marked with the audio-frequency symbol (see 5.1) are tested in accordance with Clause A.2.

For every signal frequency between 400 Hz and 2 000 Hz, the impedance of the control gear when operated with a reference lamp supplied at its rated voltage and frequency shall be inductive in characteristic. Its impedance in ohms shall be at least equal in value to the resistance of the resistor which would dissipate the same power as the lamp/control gear combination in question when it is supplied at its rated voltage and frequency. The control gear impedance is measured with a signal voltage equal to 3,5 % of the rated supply voltage of the control gear.

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.

NOTE Radio interference suppressors consisting of capacitors of less than 0,2 μ F (total value) which may be incorporated in the control gear may be disconnected for this test.

14 Operational tests for abnormal conditions

14.1 Removal of lamp(s)

During the operation of the control gear at rated voltage +10 % and in association with (an) appropriate lamp(s), the lamp(s) shall be disconnected for 1 h from the control gear without switching off the supply voltage. At the end of this period, the lamp(s) is (are) reconnected and shall start and operate normally. If the lamp(s) does (do) not start, the supply voltage shall be switched off for 1 min and switched on again. After that, the lamp(s) shall start.

14.2 Lamp fails to start

With an appropriate dummy cathode resistor as specified on the relevant data sheet connected in place of each lamp cathode, the control gear shall be operated at rated voltage +10 % for 1 h. At the end of this period, the resistors shall be removed; (an) appropriate lamp(s) is (are) connected and shall start and operate normally. If the lamp(s) does (do) not start, the supply voltage shall be switched off for 1 min and switched on again. After that, the lamp(s) shall start.

14.3 Control gear behaviour close to end of lamp life

It is permitted that the control gear may switch off or reduces the wattage to the lamp according to Subclause 17.3 of IEC 61347-2-3, if the asymmetric voltage reaches a value of 5 V d.c.

15 Endurance

15.1 General

The control gear shall be operated at rated supply voltage with an appropriate lamp(s) installed outside the temperature chamber. All the earthing connections of the control gear shall be connected to the earth. If the electronic control gear is marked for a range of supply voltages then the supply voltage with the most adverse effect on the temperature of the electronic control gear shall be selected.

Tests are done in sequence with the same control gear.

Dimmable control gear is tested at 100 % power.

15.2 Temperature cycling

The temperature cycling test is as follows.

- a) Samples: 5 – control gear which was not submitted to other tests.

To avoid control gear with thermal cut-off systems from switching off during the test, the cut-off device shall be disabled, so the control gear remains operating.

- b) Temperature range of the test chamber:

- minimum ambient temperature in the chamber is $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
- maximum ambient temperature in the chamber is $+80\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The ambient temperature in the chamber shall be measured within 200 mm of the test samples.

- c) Measure the stabilized input current of the control gear at $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

- d) Test routine for 220 temperature cycles:

- 1) Connect the control gear with the mains and the lamp(s) at $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ (maximum load) and place the control gear in a temperature test chamber. The lamp(s) are placed outside of the temperature chamber. Airflow restrictions can affect the temperature surrounding control gear under test (DUT). The spacing between the electronic control gear shall allow a homogeneous temperature around all DUTs.
- 2) With the control gear in the off position, decrease the temperature in the test chamber to the minimum test temperature with the following conditions (see Figure 5):
 - i) Initial 10 % of the transition of temperature: no requirements for temperature change rate.

- ii) Final 10 % of the transition of temperature: over/undershoot shall not exceed $\pm 5^\circ\text{C}$ from the target ambient temperature. Total transition time (t) shall not exceed 15 min.

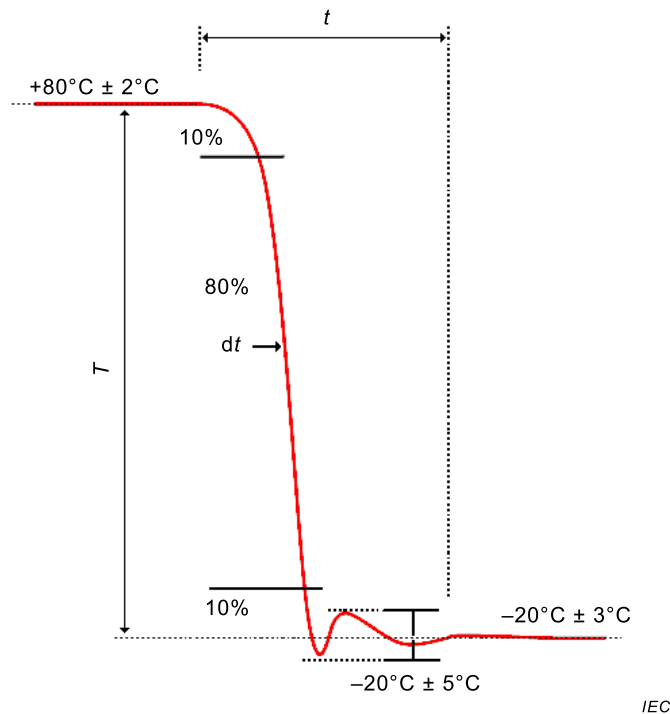


Figure 5 – Example of temperature cycling described under 15.2 d) 2)

- 3) At the minimum temperature level, start after 50 min at -20°C 10 switching cycles (10 s on / 50 s off).
- 4) Switch on the control gear.
- 5) With the control gear in the on position, increase the temperature in the test chamber to the maximum test temperature with the following conditions:
 - i) Initial 10 % of the transition of temperature: no requirements for temperature change rate.
 - ii) Final 10 % of the transition of temperature: over/undershoot shall not exceed $\pm 5^\circ\text{C}$ from the target ambient temperature. Total transition time (t) shall not exceed 15 min.
- 6) At the maximum temperature level, switch off the control gear after 50 min and start 10 switching cycles (50 s on / 10 s off).
- 7) Repeat steps 2) to 6) 219 times.

NOTE In Japan, the test chamber with 1 K/min to 15 K/min is applied.

- e) Measure the stabilized input current of the control gear at $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

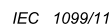
Compliance: After completing all temperature cycles and cooling down to room temperature, all control gear shall correctly start and operate an appropriate lamp(s) for 15 min. In addition the input current in step e) shall not vary by more than $\pm 10\%$ from the input current measured in step c).

The humidity inside the test chamber should be limited to a value which does not cause any condensation on the DUTs.

15.3 Test at $t_c + 10$ K

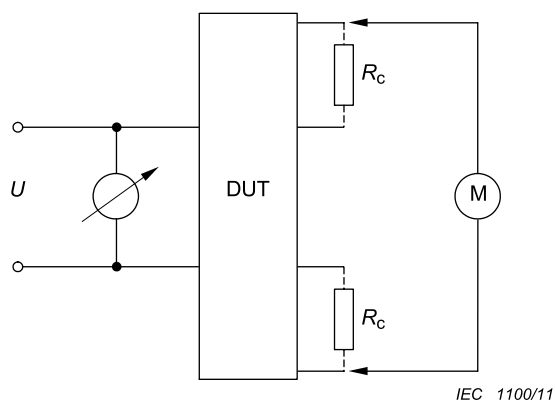
The control gear shall operate at an ambient temperature which produces $t_c + 10$ K, until a test period of 200 h has elapsed. After this test period, cool the chamber down to room temperature. During this test the lamp(s) are placed outside the test chamber at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Compliance: After completing the test procedure, all control gear shall correctly start and operate an appropriate lamp(s) for 15 min.



Grey area	energy supply to the cathode permitted
Dark grey area	ignition permitted
E	energy supplied to the electrode for preheating (J)
$E_{\min} =$	$Q_{\min} + P_{\min} \cdot t =$ minimum cathode preheat energy
$E_{\max} =$	$Q_{\max} + P_{\max} \cdot t =$ maximum cathode preheat energy
$V(t)$	voltage, measured at the output terminals of the control gear
$t_1 =$	$t(V_{\text{non-ignition}})$
$t_2 =$	$t(V_{\text{ignition}})$

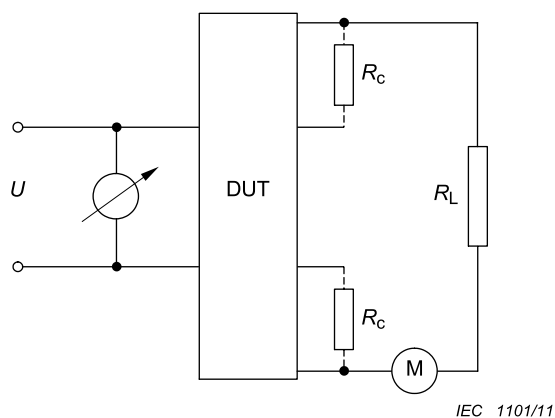
Figure 1 – Schematic illustration of the energy required for preheating and starting



Key

U	supply	M	measuring device
DUT	device (control gear) under test	R_c	See 7.3.2

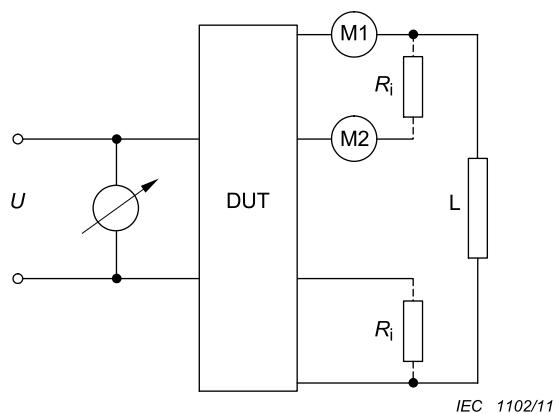
Figure 2a – Test circuit for open-circuit voltage



Key

U	supply	R_c	See 7.3.3
DUT	device (control gear) under test	R_L	See 7.3.3
M	measuring device		

Figure 2b – Test circuit for control gear impedance



Key

U	supply	R_i	See 7.3.4
DUT	device (control gear) under test	L	lamp
M	measuring device		

Figure 2c – Test circuit for cathode current

Figure 2 – Test circuits for non-preheat starting mode

Annex A (normative)

Tests

A.1 General requirements

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

A.1.1 Ambient temperature

Tests shall be made in a draught-free room and at an ambient temperature within the range 20 °C to 27 °C unless otherwise stated.

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 not vary by more than 1 °C during the test.

A.1.2 Supply voltage and frequency

A.1.2.1 Test voltage and frequency

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

When a control gear 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 voltage.

A.1.2.2 Stability of supply and frequency

For most of the tests, the supply voltage and, where appropriate for the reference control gears the frequency, shall be maintained within $\pm 0,5$ %. However, during the actual measurement, the voltage shall be adjusted to within $\pm 0,2$ % of the specified testing value.

A.1.2.3 Supply voltage waveform

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

A.1.3 Magnetic effects

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

A.1.4 Mounting and connection of reference lamps

In order to ensure that the electrical characteristics of the reference lamps are consistent, they shall be mounted as indicated on the relevant lamp data sheet. Where no mounting instructions are given on the relevant lamp data sheet, lamps shall be mounted horizontally.

It is recommended that lamps are allowed to remain permanently undisturbed in their test lampholders.

A.1.5 Reference lamp stability

A.1.5.1 A lamp shall be brought to a condition of stable operation before carrying out measurements. No swirling shall be present.

A.1.5.2 The characteristics of a lamp shall be checked immediately before and immediately after each series of tests in accordance with Annex C.

A.1.6 Reference ballast

The reference ballast used shall be that indicated on the relevant lamp data sheet.

A.1.7 Instrument characteristics

The characteristics of the instrument are given with the following:

a) Potential circuits

Potential circuits of instruments connected across the lamp shall not pass more than 3 % of the rated lamp current.

b) Current circuits

Instruments connected in series with the lamp shall have 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 Ω .

c) RMS measurements

Instruments shall be essentially free from errors due to waveform distortion and shall be suitable for the operating frequencies.

Care shall be taken to ensure that the earth capacitance of instruments does not disturb the operation of the unit under test. It may be necessary to ensure that the measuring point of the circuit under test is at earth potential.

A.2 Measurement of impedance at audio frequencies

The circuit in Figure A.1 illustrates a bridge which serves for the determination of the audio-frequency impedance $\bar{Z}$ of the lamp/control gear assembly.

Let R' and R'' represent the values of the resistors shown in Figure A.1 by the values of 5 Ω and 200 k Ω respectively (the latter at least not being critical). When by adjustments of R and C a balance is obtained for a given audio-frequency selected on the wave analyser (or any other suitable selective detector), we have in general:

$$\bar{Z} = R'R''(1/R + i\Omega C)$$

If the resistors R' and R'' have precisely the indicated values, the equation becomes:

$$\bar{Z} = 10^6(1/R + i\Omega C)$$

NOTE The impedances Z_1 and/or Z_2 are not necessary if the corresponding source has a low internal impedance for the currents of the other.

A.3 Measurements during preheat

A.3.1 Test equipment and measurement sequence

The test equipment shall be arranged to contain the control gear under test, the cathode substitution resistors (R) specified on the relevant lamp data sheet and a measuring device. The measuring device may be an oscilloscope provided with a voltage and/or current probe (see Figure A.2).

If applicable, connect the secondary output winding of the isolating transformer to ground at one side. If no isolating transformer is included in the control gear, then an isolating transformer shall be inserted at the input side.

For measurement of the total open-circuit voltage: this voltage is measured between both cathode substitution resistors.

The voltage to the starting aid, if any, shall comply with the specified voltage.

A.3.2 Particular conditions for measurement and data processing with preheat circuits

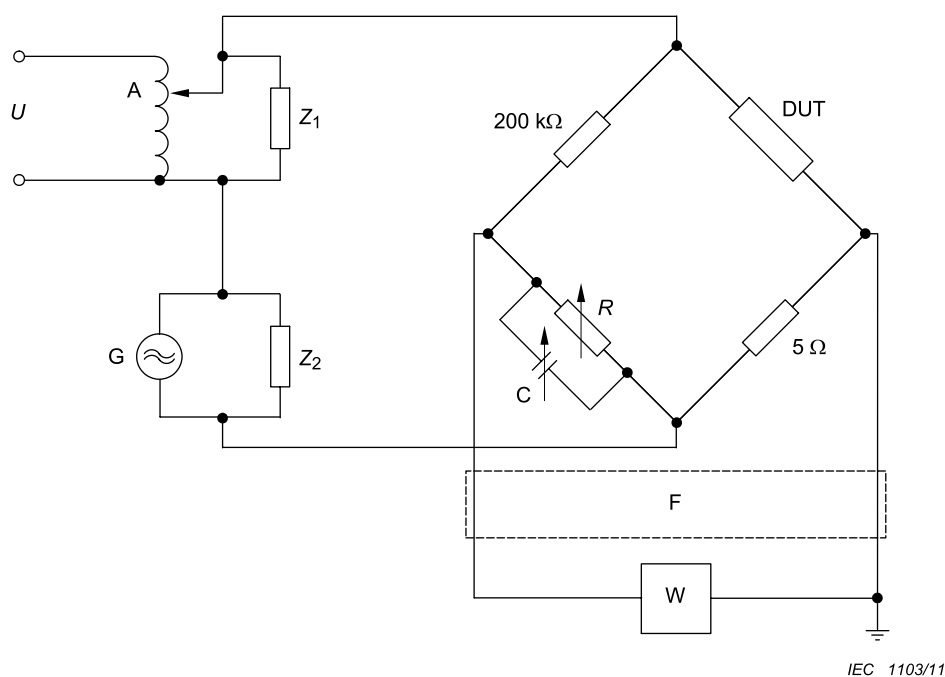
With the aid of the measuring device, the heating current and open-circuit voltage are determined in relation to time.

For a steady state r.m.s. current or r.m.s. voltage respectively, the effective value of the heating current/voltage is determined by observation of one single HF period from which the effective value and the crest factor are determined.

A direct measurement of the effective value might be possible with suitable instrumentation.

For a varying current, the effective value of the heating current is defined as such value which is equivalent to a steady state r.m.s. current of the same heating effect.

With the aid of the formula given on the lamp data sheets the time to emission is calculated (see 7.2.2).

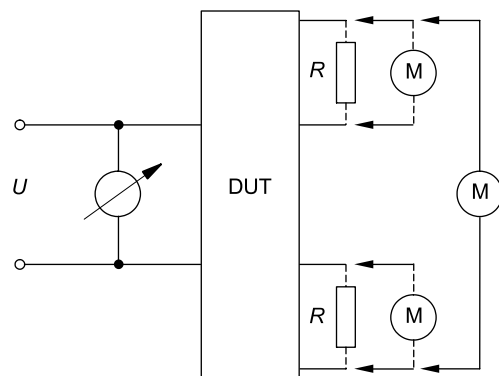


Key

- U supply 50 Hz (60 Hz)
- G generator 250 Hz...2 000 Hz
- A supply transformer 50 Hz or 60 Hz
- DUT device (control gear) under test
- Z_1 impedance of value sufficiently high for 50 Hz or 60 Hz, sufficiently low for 250 Hz to 2 000 Hz (e.g. resistance $15\text{ }\Omega$ + capacitance $16\text{ }\mu\text{F}$)
- Z_2 impedance of value sufficiently low for 50 Hz or 60 Hz, sufficiently high for 250 Hz to 2 000 Hz (e.g. inductance 20 mH)
- F filter 50 Hz or 60 Hz
- W selective voltmeter or wave analyser
- R variable bridge resistor ($R' = 5\text{ }\Omega$; $R'' = 200\text{ k}\Omega$)
- C variable bridge capacitor

NOTE The value of $200\text{ k}\Omega$ for one branch of the bridge is not critical.

Figure A.1 – Measurement of impedance at audio frequencies



IEC 1104/11

Key

U supply

DUT device (control gear) under test

M measuring device

R See lamp data sheets, substitution resistor for testing cathode preheat requirements

Figure A.2 – Test circuit for control gear for preheat starting mode

Annex B (normative)

Reference ballasts

B.1 Marking

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

- the words “reference ballast” or “HF reference ballast” as applicable, in full;
- identification of the responsible vendor;
- serial number;
- rated lamp wattage and calibration current;
- rated supply voltage and frequency.

B.2 Design characteristics

B.2.1 General design for frequencies of 50 Hz or 60 Hz

A reference ballast is a self-inductive coil, with or without an additional resistor, designed to give the operating characteristics of Clause B.3.

It may be used either in a circuit employing a starter or, where applicable, in a circuit including separate power sources to heat the lamp cathodes.

B.2.2 Reference ballast for frequencies of 25 kHz

A HF reference ballast is a resistor designed to give the operating characteristics of Clause B.4.

Since the type of HF reference ballast is intended to serve as a permanent baseline of reference, it is vitally important that the ballast be so constructed as to provide permanence of impedance under normal conditions of use.

For this purpose, it may be provided with suitable means of restoring the reference resistance.

An HF reference ballast shall be enclosed in a case for mechanical and electrical protection. Care should however be taken for proper conduction of the dissipated wattage losses.

B.2.3 Protection

The control gear shall be protected, for example by means of a suitable steel case, against magnetic influence in such a way that its ratio of voltage to current at the calibration current shall not be changed by 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 control gear enclosure.

Moreover, the control gear shall be protected against mechanical damage.

B.3 Operating characteristics for frequencies of 50 Hz or 60 Hz

B.3.1 Rated supply voltage and frequency

The rated supply voltage and frequency of a reference ballast shall be in accordance with the values given in IEC 60081 or 60901 on the relevant lamp data sheets.

B.3.2 Ratio of voltage to current

The ratio of voltage to current of a reference ballast shall have the value given in IEC 60081 or IEC 60901 on the relevant lamp data sheet, subject to the following tolerances:

- $\pm 0,5 \%$ at the calibration current value;
- $\pm 3 \%$ at any other value of current from 50 % to 115 % of the calibration current.

B.3.3 Power factor

The power factor of the reference ballast determined at the calibration current shall be as shown in IEC 60081 or IEC 60901 on the relevant lamp data sheets, subject to a tolerance of $\pm 0,005$.

B.3.4 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, and after thermal stabilisation, the temperature rise of the ballast winding shall not exceed 25 K, when measured by the “change in resistance” method.

B.4 Operating characteristics for frequencies of 25 kHz

B.4.1 General

The following specifications apply to measurements made at rated input voltage and rated frequency of the HF reference ballast and with a room temperature of 25 °C $\pm$ 5 °C and with stabilised temperature of the reference ballast.

B.4.2 Impedance

The impedance of an HF reference ballast shall have the value given on the relevant lamp data sheets in IEC 60081 or IEC 60901, subject to the following tolerances:

- $\pm 0,5 \%$ at the calibration current value;
- $\pm 1 \%$ at any other value of current between 50 % and 115 % of the calibration current.

B.4.3 Series inductance and parallel capacitance

The series inductance of a reference resistor shall be less than 0,1 mH and its parallel capacitance shall be less than 1 nF.

B.5 Circuit for frequencies of 25 kHz (see Figure B.1)

B.5.1 Cathode heating

HF reference ballasts may be used in a circuit employing separate power sources to heat the lamp cathodes for proper starting of the lamp. These power sources shall be disconnected when measuring a lamp.

B.5.2 Power supply

The HF voltage supply used for the adjustment of or test with the HF reference ballast shall be such that at full load the r.m.s. summation of the harmonic contents shall not exceed 3 % of the fundamental component.

This supply shall be as steady and free from sudden changes as possible. For best results the voltage should be regulated to within 0,2 %.

For resistor type reference ballasts the frequency shall be within 2 %.

B.5.3 Instruments

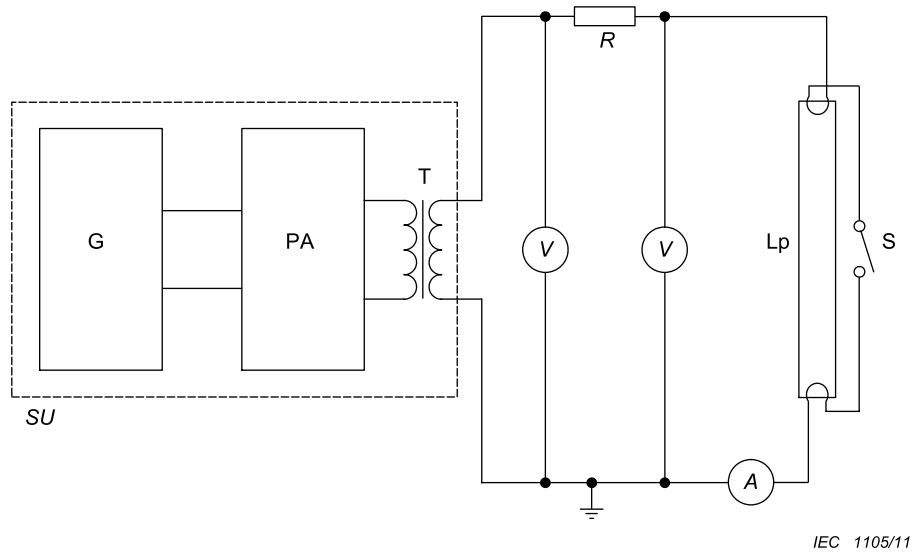
All instruments used in HF reference ballast measurements should be suitable for high frequency operation.

Details are under consideration.

B.5.4 Wiring

Connecting cables should be as short and straight as possible to avoid parasitic capacitance.

The parasitic capacitance parallel to the lamp shall be less than 1 nF.



IEC 1105/11

Key

<i>SU</i>	supply
<i>G</i>	sine generator
<i>PA</i>	power amplifier
<i>T</i>	isolating transformer
<i>R</i>	reference resistor
<i>Lp</i>	lamp
<i>S</i>	starting switch

Figure B.1 – HF reference circuit

Annex C (normative)

Conditions for reference lamps

A lamp which has been aged for at least 100 h is considered to be a reference lamp according to 3.4 if, when associated with a reference ballast under the conditions defined in Annex A and operating in an ambient temperature of 25 °C, the lamp wattage, voltage at lamp terminals or lamp operating current do not deviate by more than 2,5 % from the corresponding rated values, as appropriate, given in IEC 60081 and IEC 60901.

For reference lamps operated without a starter, if the cathode resistance is higher than 10 % over the rated value of the lamp data sheet, 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 passed by a stabilised reference lamp associated with a reference ballast shall show substantially the same waveform in successive half-cycles.

NOTE This limits the possible generation of even harmonics by any rectifying effect.

Annex D (informative)

Explanation of starting conditions

D.1 General

The requirements for starting conditions given in Clause 7, and the associated data given in lamp data sheets in IEC publications, have been specified to encompass the different lamp starting methods which can be employed by electronic control gear.

As these starting methods can be more complex than those of conventional 50 Hz or 60 Hz circuits, this annex is provided to assist the interpretation of the requirements of this standard and the data specified on lamp data sheets.

D.2 Characteristics which affect lamp starting

There are five main physical characteristics which influence the starting mechanism of a fluorescent lamp:

- cathode heating: Energy supplied for preheating and time of application;
- open circuit voltage: Voltage across lamp and to starting aid both during preheating and at the moment of lamp ignition;
- environmental conditions: Ambient temperature, relative humidity;
- lamp physical conditions: Type of filling gas and its pressure, lamp dimensions, the inclusion of an internal conducting film;
- supply and luminaire conditions: Operating frequency, starting aid dimension and spacing.

All of these characteristics interact with each other in a complex manner and if the correct combination is not obtained for a chosen method of starting, poor lamp performance can result (e.g. reduced lamp life, reduced number of starting cycles for a given lamp life, excessive end blackening of the lamp).

D.3 Principal methods of lamp starting

Traditionally, there have been two principal methods of starting fluorescent lamps associated with 50 Hz or 60 Hz control gear, preheated cathode starting and non-preheated cathode starting.

Both of these methods can be used with electronic control gear, but due to the higher technological features that can be built into electronic control gear, revised methods of specifying, measuring and assessing the starting characteristics often have to be adopted.

Although electronic control gear may produce lamp starting conditions in a more complex way than conventional 50 Hz or 60 Hz control gear, the same principles apply if good lamp performance is to be obtained.

D.4 Particular methods of lamp starting

D.4.1 Preheat starting

Different methods of providing preheated cathode lamp starting are normally used, but all can be summarised in that a sufficient amount of energy has to be supplied to the cathode. Particular solutions may exist on basis of more or less constant current or voltage controlled preheat mode.

With all of these methods, the following requirements must be satisfied during the starting period if satisfactory lamp performance is to be obtained.

- a) Prior to cathodes reaching emission, open-circuit voltages across the lamp and/or from lamp to starting aid must be kept below the level which causes cathode-damaging lamp glow currents.
- b) After cathodes have reached emission, open-circuit voltages must be adequate to start the lamp quickly and without repeated starting attempts.
- c) If open-circuit voltages have to be elevated to achieve lamp starting, once cathodes have reached emission, the transition from low to high open-circuit voltage must occur whilst the cathodes are still at emission temperature.
- d) During the cathode preheating period, the heating current or voltage must not be so excessive that the emissive material on the cathodes is damaged by overheating.

As the required open-circuit voltages for preheat starting are relatively low, multilamp series circuits can be utilised for some types of lamps.

In such a scheme, starting capacitor(s) are sometimes employed to shunt part of the combination of lamps while full open-circuit voltage is applied to the unshunted lamp. The size of the starting capacitor relates to the potentially troublesome glow current during the initial phase of starting. Attention is necessary to balance starting capacitor size with ease of starting and other lamp and control gear performance attributes.

D.4.2 Non-preheat starting

This method of lamp starting takes advantage of the field emission that occurs at the unheated cathodes of a lamp when a high open-circuit voltage is instantaneously applied across the lamp.

The level of open-circuit voltage and the source impedance of the control gear determine the time it takes for the lamp to pass through the glow current stage of the discharge to the full arc state.

One of the major reasons for excessive lamp end blackening and subsequent early lamp failure is due to unduly high and/or long-lasting glow discharge currents during the starting process. To minimise the damaging effects of the glow discharge current it is necessary to ensure that a minimum value of open-circuit voltage is provided and that the control gear has the ability to “drive” the lamp rapidly through this phase without making repeated attempts at lamp starting which extend for greater than 100 ms.

Some control gear may make use of currents in the lamp cathodes for purposes other than adequate cathode heating (e.g. for supporting starting with reduced starting voltages). In such instances the limitations on maximum cathode current must be observed to avoid cathode overheating.

D.5 Interpretation of the requirements of Clause 7 and the information given on lamp data sheets

D.5.1 Preheat starting

D.5.1.1 Heating energy and emission time (t_s)

D.5.1.1.1 Minimum values for the heating energy

The amount of heat necessary to bring a given cathode type to the minimum emission temperature can be stated in terms of time and two constants, Q and P, which are determined by the physical properties of the given cathode type.

This relationship can be expressed by the following equation:

$$E_{\min} = Q_{\min} + P_{\min} \times t$$

$$E_{\max} = Q_{\max} + P_{\max} \times t$$

where

$t = t_s$ is the time to starting (s). Lamp standards use the parameter t_s as a certain, distinct point of time. In reality, however, this is a value between t_1 and t_2 . The interval (t_1 , t_2) is depicted in Figure 1;

NOTE Emission time less than 0,4 s is normally not acceptable because experience has shown that satisfactory cathode preheating is not always achievable in practice.

$Q_{\min}$ is a constant dependent on the cathode type (J);

$P_{\min}$ is a constant dependent on the cathode type (W);

$E_{\min}$ is the minimum value of the heating energy (J);

$Q_{\max}$ is a constant dependent on the cathode type (J);

$P_{\max}$ is a constant dependent on the cathode type (W);

$E_{\max}$ is the maximum value of the heating energy (J).

The values of the constants Q and P are given on each relevant lamp data sheet, together with the value of the cathode substitution resistor. Elementary calculations can of course be done in order to transform energy values into current or voltage values, if needed for the special type of control gear.

The value of the effective heating energy $E_{\min}$ can be calculated by inserting the measured value of t_s into the above equation which is also given on each lamp data sheet.

D.5.1.1.2 Maximum values of heating energy

Maximum levels of heating energy are calculated from the formula for $E_{\max}$ and the values given on each lamp data sheet, measured with the required value of the substitution resistor.

A schematic representation of these requirements is given in Figure 1.

NOTE If the preheat energy supply is interrupted, the energy transfer to the electrodes is zero. Since Figure 1 shows the energy supplied (and not the energy content of the electrodes), at the time of supply interruption, the energy curve remains constant, i.e. a horizontal line. The energetic behaviour of the electrodes, e.g. losses due to cooling down, are described by the slope P of the equation $E = Q + P \times t$.

D.5.1.2 Open-circuit voltages

The data in the relevant lamp data sheets is given for systems that require the use of a starting aid and for systems that do not require a starting aid. It is essential that the correct system is identified before the testing.

For some lamp types, the relevant lamp data sheets specify values of maximum open-circuit voltage prior to time t_e being reached which are higher than, or the same as, the minimum values of open-circuit voltage specified after time t_e has been reached. Control gear designed for these lamp types do not necessarily have to elevate the open-circuit voltage to start these lamps correctly.

D.5.2 Non-preheat starting

Open-circuit voltage measurement alone does not necessarily ensure that a control gear will start a lamp cleanly and with the required minimal glow current period. Some control gear are initially unable to supply the current necessary to drive the lamp quickly through the glow state and into the arc state.

To avoid this situation a control gear impedance test is made with a lamp substitution resistor.

The values of the lamp substitution resistor and the minimum current level which must be obtained in this resistor are shown on the relevant lamp data sheet.

D.6 Measurement requirements

As the pre-start and starting characteristics of electronic control gear do not necessarily provide steady state voltage and currents, it is necessary to apply measuring devices and techniques that will cope with these conditions.

Annex E (normative)

Control interface for controllable control gear

E.1 Overview

This annex specifies the control interface for controllable control gear. The arc power of the electronic control gear is controlled between minimum/off and maximum values by the control signal applied to the control terminals of the control gear.

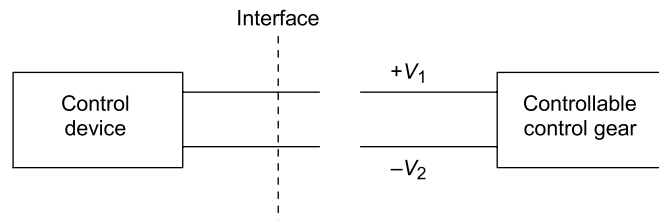
If the control signal is not connected, the control gear shall give the maximum value of arc power as defined in IEC 61347-1 and IEC 61347-2-3 or the system failure level, if applicable.

This annex does not cover any requirements for the control unit.

E.2 Control by d.c. voltage

E.2.1 Circuit diagram

A functional specification for d.c. voltage control is shown in Figure E.1.



IEC 1106/11

Figure E.1 – Functional specification for d.c. voltage control

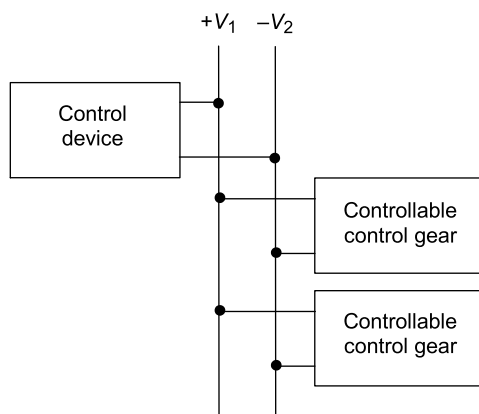
The arc power of a controllable control gear is controlled by the d.c. voltage on the control input of the controllable control gear. The d.c. voltage has the following characteristics:

Control signal range

$V_{1,2}$ = between 10 V and 11 V:	maximum value of arc power
$V_{1,2}$ = between 0 V and 1 V:	minimum value of arc power / minimum light output
$V_{1,2}$ = between 1 V and 10 V:	arc power rising from minimum to maximum value
$V_{1,2}$ = between 0 V and 11 V:	stable lamp operation with stable light output

E.2.2 Connection diagram

Depending on current-carrying capacity, several controllable control gear can be connected to one control device in the following way (see Figure E.2):



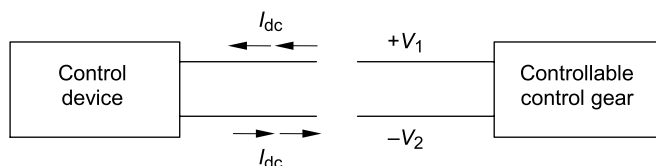
IEC 1107/11

Figure E.2 – Connection diagram for several controllable control gear

E.2.3 Electrical specifications

E.2.3.1 Circuit diagram

The controllable control gear is current sourcing (see Figure E.3).



IEC 1108/11

Figure E.3 – Circuit diagram with current sourcing

E.2.3.2 Control input voltage limits

The control gear shall not be damaged when the control input voltage $V_{1,2}$ is between -20 V and $+20\text{ V}$.

The control gear shall not produce voltages that exceed the limiting values for the control unit and under no circumstances shall exceed the following:

$$V_{1,2} \text{ between } -20\text{ V and } +20\text{ V.}$$

The control terminals shall be reverse polarity protected. In that case, the control gear shall operate with minimum light output or shall not operate.

At control input voltages between 0 V and 11 V , there shall be stable light output.

This shall be tested by visual inspection.

E.2.3.3 Control input current limits

Limits for the control input current, to be supplied to the control unit, are 10 μ A minimum and 2 mA maximum.

The value of the control input current shall be declared or stated on the control gear.

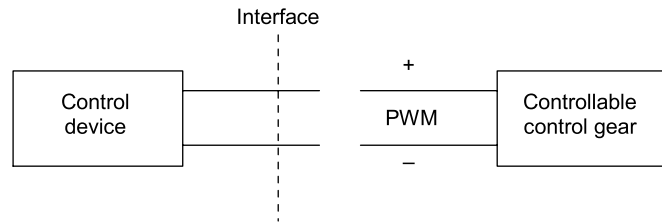
E.2.3.4 Switch-on

Switch-on is allowed at any dimming position.

E.3 Control by pulse width modulation (PWM)

E.3.1 Circuit diagram – functional specification for PWM control

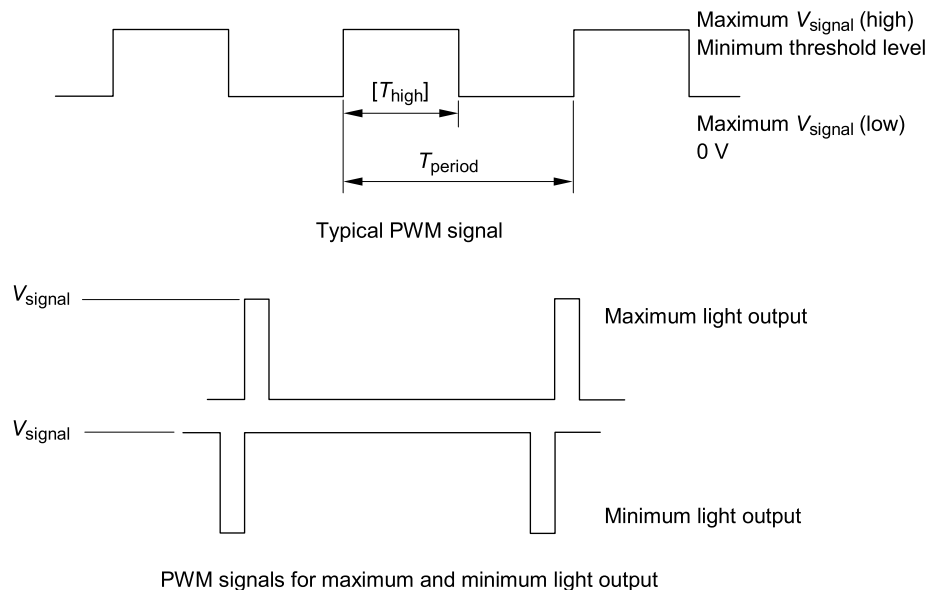
The schematic circuit diagram of the functional specification for PWM is shown in Figure E.4 and Figure E.5.



IEC 1109/11

Figure E.4 – Functional specification for PWM control

The arc power of a controllable control gear is controlled by the PWM signal on the control input of the controllable control gear. The arc power is changed by varying the percentage of time for which the PWM signal is at V_{signal} . The PWM signal has the following characteristics:



IEC 1110/11

Figure E.5 – PWM signal characteristics

The voltage of the signal is between $V_{\text{signal}}(\text{low})$ and $V_{\text{signal}}(\text{high})$, where:

$V_{\text{signal}}(\text{low})$ minimum is 0 V;

$V_{\text{signal}}(\text{low})$ maximum is 1,5 V;

$V_{\text{signal}}(\text{high})$ minimum is 10 V;

$V_{\text{signal}}(\text{high})$ maximum is 25 V;

T_{period} (cycle time) is 1 ms minimum and 10 ms maximum.

For the light output, the following specification are defined:

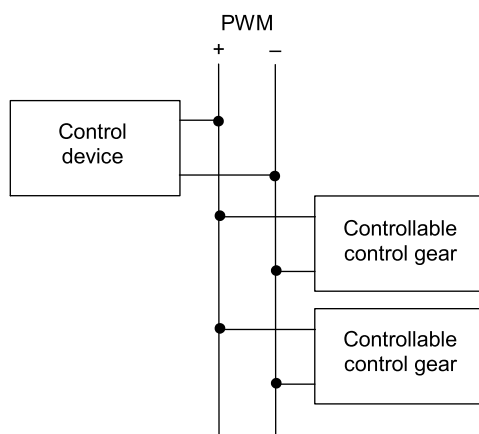
- full light output when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is 0 % to 5 % $\pm$ 1 %;
- 1 % or minimum light output when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is 95 % $\pm$ 1 %;
- switch-off when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is >95 %;

NOTE This part of the signal is reserved for switch-off. However, if a control gear does not possess this feature its output should remain at minimum.

- no switch-off when signal width - $T_{(\text{high})}$ - is <95 %.

E.3.2 Connection diagram

Depending on current-carrying capacity, several controllable control gear can be connected to one control unit in the way present in Figure E.6.



IEC 1111/11

Figure E.6 – Connecting diagram for PWM controllable control gear

E.3.3 Electrical specifications

The control unit is current-sourcing and the control gear is current-sinking.

E.3.3.1 Signal voltage limits

The control gear shall not be damaged when the signal voltage V_{signal} is below 25 V.

The control terminals shall be reverse polarity protected. In that case, the control gear shall not operate.

E.3.3.2 Control terminals impedance

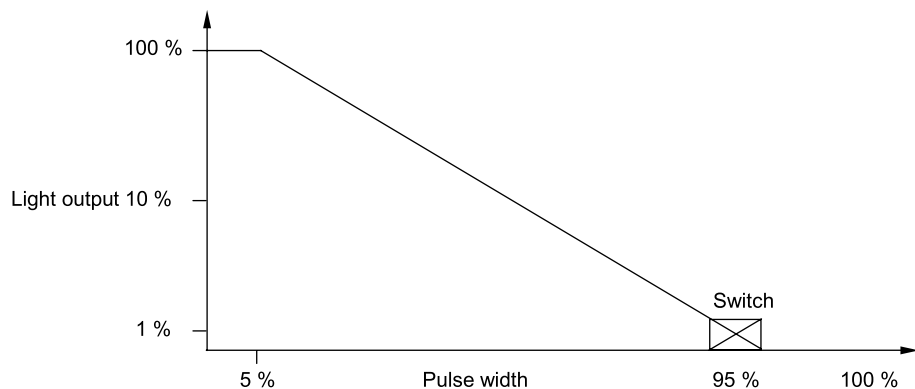
The control terminal impedance shall be between 1 k Ω and 10 k Ω .

E.3.3.3 Input current

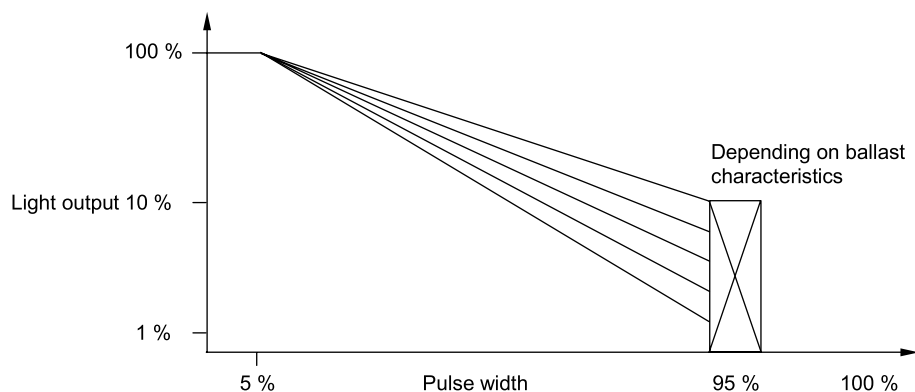
The value of the input current at 12 V stable shall be declared or stated on the control gear.

E.3.4 Examples of control characteristics

Figure E.7 gives examples of control characteristics.



Dimming curve for controllable control gear with minimum light output 1 %



Dimming curve for controllable control gear with minimum light output higher than 1 %

IEC 1112/11

Figure E.7 – Dimming curve for controllable control gear

Annex F (informative)

Examples of suitable test set-ups for SoS and CV testing

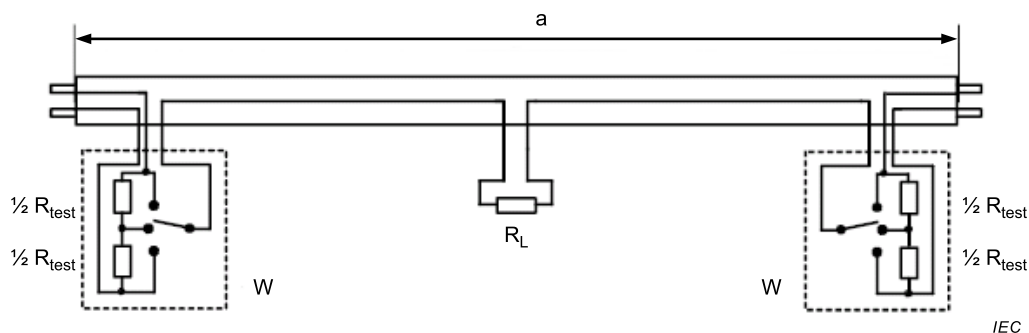
F.1 General

Conductor length and arrangement between control gear and substitution resistors are according to CISPR TR 30-1. Substitution resistors and switches should be located as close as possible to the location of lamp electrodes, and lamp resistors should be located as close as possible to the lamp centre.

F.2 Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps

See Figure F.1.

NOTE A “lamp dummy” represents the complete replacement of one lamp, consisting of R_L and R_{test} .



Key

R_L	lamp substitution resistor
R_{test}	cathode substitution resistor
W	cathode substitution circuit

Figure F.1 – Lamp dummy for double-capped fluorescent lamps

F.3 Circuit set-up for single and multi-lamp electronic control gear for double-capped fluorescent lamps

The test set-up contains lamp dummies and substitution resistors; hence, it simulates the layout of symmetrically wired real lamps in a luminaire.

Figure F.2a represents the measurement set-up for single or double electronic lamp control gears and Figure F.2b for three and four lamp electronic control gears. For details see CISPR TR 30-1.

Dimensions in millimetres

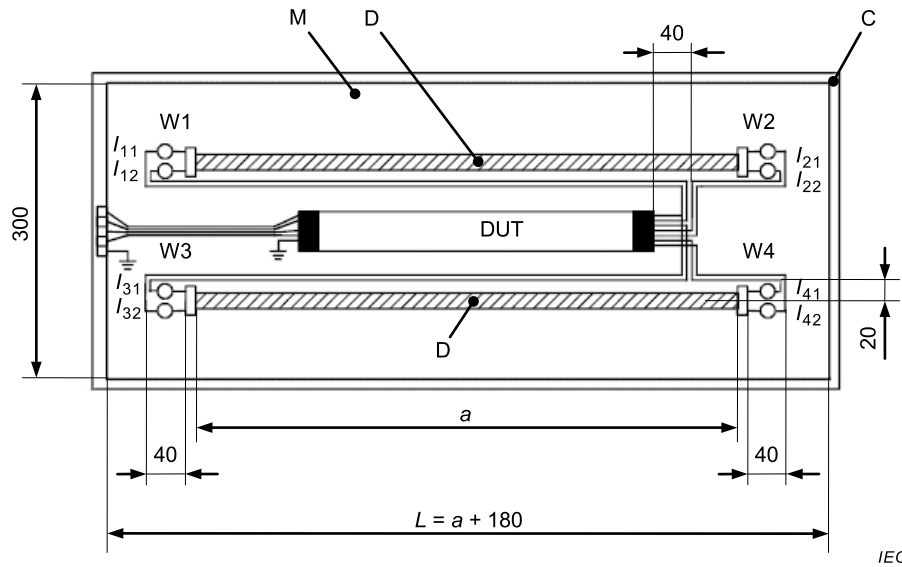


Figure F.2a – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two double-capped fluorescent lamps

Dimensions in millimetres

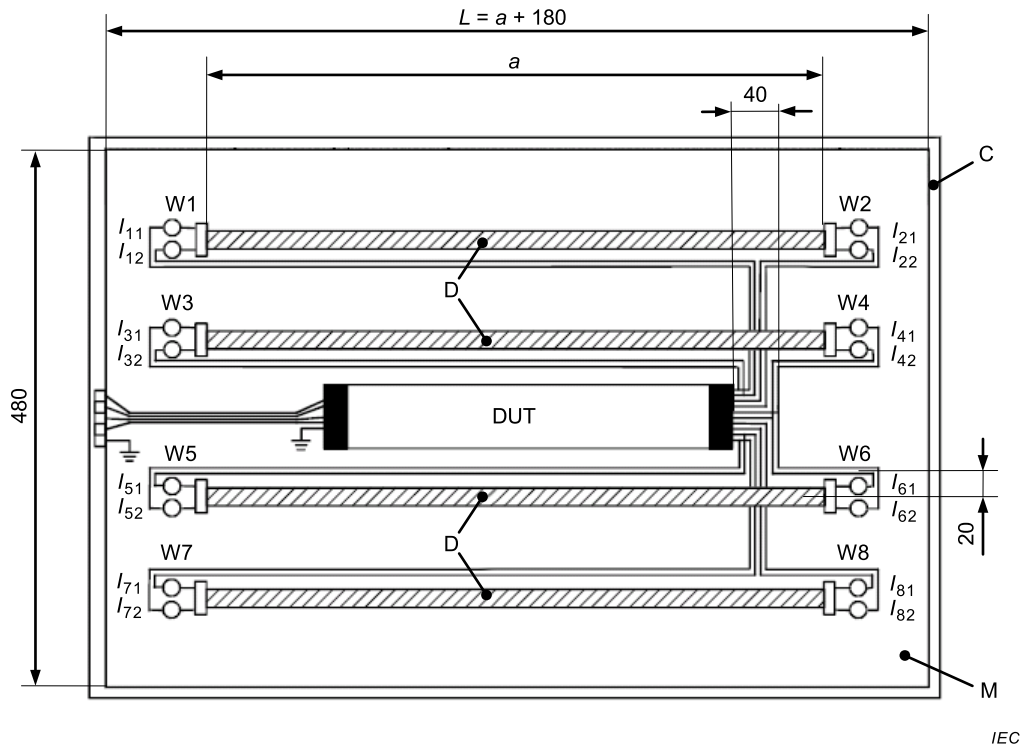


Figure F.2b – Typical test set-up for electronic control gear operating three or four double-capped fluorescent lamps

Key

DUT control gear under test

D lamp dummy

C insulation material

I_{nn} currents as explained in Figure 3

M metal plate

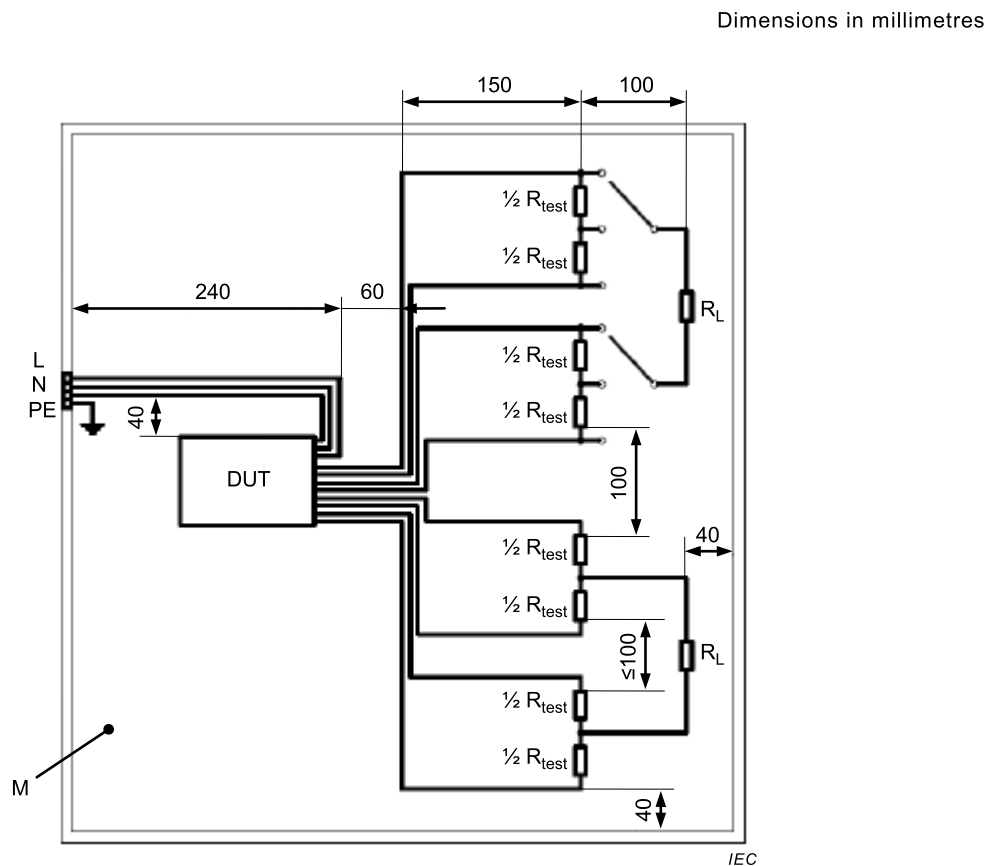
a length of the lamp

W1...m substitution circuit for cathode (= filament) 1...m

Figure F.2 – Typical test set-ups for electronic control gear operating double-capped fluorescent lamps

F.4 Circuit set-up for single and multi-lamp electronic control gear for single-capped fluorescent lamps

Figure F.3 shows the test set-up for electronic control gears, operating simultaneously one or two compact fluorescent lamps.



Key

- M metal plate, 1 mm thick
- DUT control gear under test
- R_L lamp substitution resistor

See also Figure 3.

Figure F.3 – Typical test set-up for electronic control gear operating one or two single-capped fluorescent lamps

F.5 Circuit set-up for connecting two lamps in series

Figure F.4 shows the test circuit set-up for connecting two lamps in series. It is set to following Figure F.4a or Figure F.4b with the connection method of a common filament.

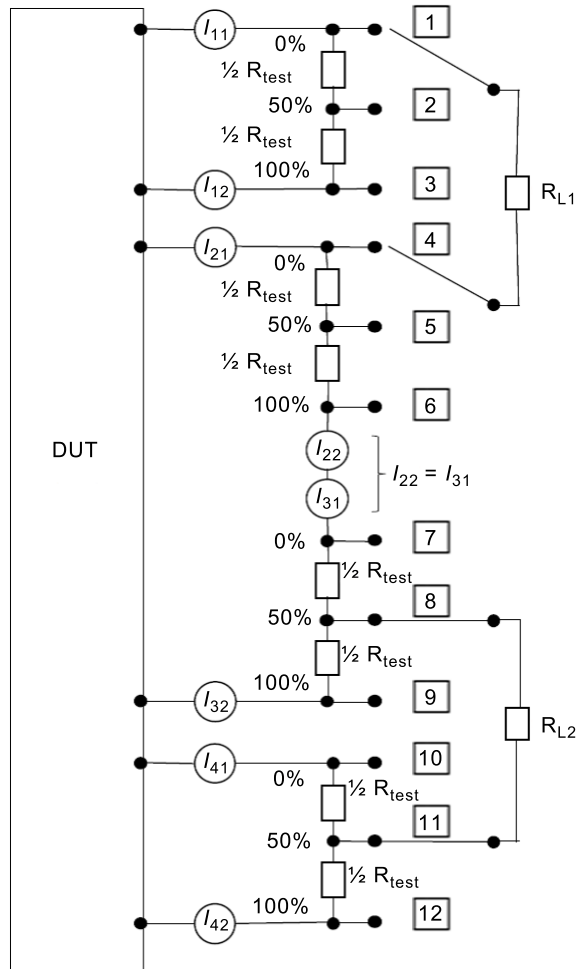


Figure F.4a – Common filament connected in series

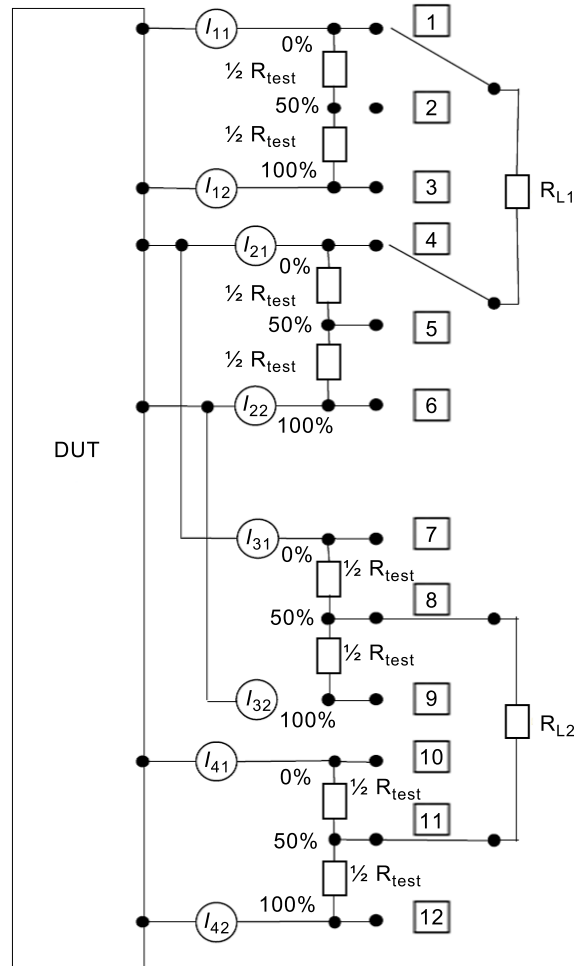


Figure F.4b – Common filament connected in parallel

Key

- DUT control gear device under test
- R_{L1} , R_{L2} lamp substitution resistor
- 1...6, 7...10 switch positions

Figure F.4 – Typical test set-up for electronic control gear for connecting two lamps in series

Annex G
(informative)

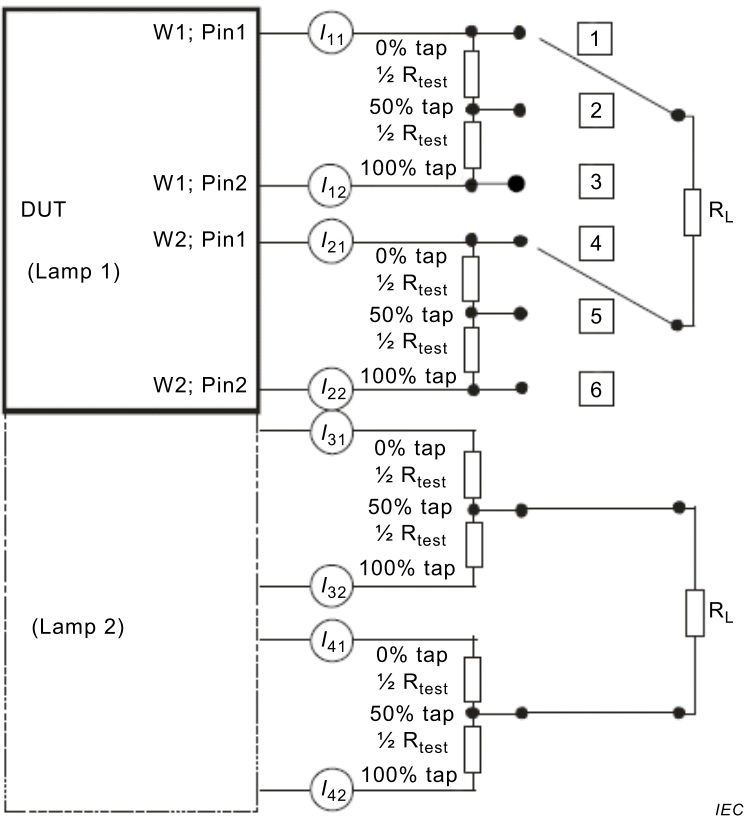
Example of a SoS-CV test with diagrammatic view

G.1 Listing of the necessary tests

In Annex G, the transformation of the measured data is made by means of the relevant equation from the IEC lamp data sheets and analysis is made by presentation of the calculated results in diagrams. Table G.1 shows a survey of the necessary tests on one example. Figure G.1 shows the corresponding circuit.

Table G.1 – List of necessary tests

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}
Check CV vs CV_{min} at 10 % I_{test}
Check SoS vs SoS_{min} at 30 % I_{test}
Check SoS vs SoS_{min} at 60 % I_{test}



Key
1...6 switch positions
Wx; Piny control gear terminal for cathode x, lead wire y
See also Figure 3.

Figure G.1 – Example of test circuit set-up reflecting the necessary measurements of Table G.1

G.2 Form sheet (example) for recording the measured values of a continuous dimming electronic control gear with lamps FDH-54-G5-L/P-16/1150

Examples of recording of values for a continuous dimming control gear according to Figure F.2 are given in the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{test}	A	0,480
$I_{\text{D,min}}$	A	0,050
$I_{\text{D,max}}$	A	0,380
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
CV_{min} at 10 % I_{test}	V	3,20
SoS_{min} at 30 % I_{test}	A ²	0,282
SoS_{min} at 60 % I_{test}	A ²	0,154
R_{test1}	Ω	7,5
R_{test2}	Ω	8,5
R_{L10min}	Ω	3 000
R_{L10max}	Ω	5 600
R_{L30}	Ω	1 100
R_{L60}	Ω	470

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}					
I_D	A	0,050		0,144	0,288
R_L	Ω	3 000	5 600	1 100	470
R_{test}	Ω	8,5			
Switches W1-W8:50 % tap					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
I_{51}	A				
I_{52}	A				
I_{61}	A				
I_{62}	A				
I_{71}	A				
I_{72}	A				
I_{81}	A				
I_{82}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Check CV vs CV _{min} at 10 % I _{Test}			
I _D	A	0,050	
R _L	Ω	3 000	5 600
R _{test}	Ω	7,5	
Switches W1-W8: 50 % tap			
CV ₁	V		
CV ₂	V		
CV ₃	V		
CV ₄	V		
CV ₅	V		
CV ₆	V		
CV ₇	V		
CV ₈	V		

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check Lamp 3 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS ₅	A ²					
SoS ₆	A ²					

Check Lamp 4 SoS vs SoS _{min} at 30 % I_{Test}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS ₇	A ²					
SoS ₈	A ²					

Check SoS vs SoS _{min} at 60 % I_{Test}		
I_D	A	0,288
R_L	Ω	470
R_{test}	Ω	7,5
Switches W1-W8: 50 % tap		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
SoS ₁	A ²	
SoS ₂	A ²	
SoS ₃	A ²	
SoS ₄	A ²	
SoS ₅	A ²	
SoS ₆	A ²	
SoS ₇	A ²	
SoS ₈	A ²	

G.3 Form sheet (example) for recording the measured values of a 50 % step-dim electronic control gear with lamps FDH-54-G5-L/P-16/1150

Examples of recording of values for a 50 % step-dimming control gear according to Figure F.2 are given with the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{test}	A	0,480
I_{D} (50 %)	A	0,240
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
A	—	96,17
B	—	–1,266
R_{L}	Ω	(586 calculated) 560 selected
X'_{1}	A^2	0,410
Y'_{1}	A	0,889
SoS_{min} at I_{D} (calculated)	A^2	0,197
R_{test1}	Ω	7,5
R_{test2}	Ω	8,5

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV _{max}		
I_D	A	0,240
R_L	Ω	560
R_{test}	Ω	8,5
Switches W1-W8: 50 % tap		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
CV ₁	V	
CV ₂	V	
CV ₃	V	
CV ₄	V	
CV ₅	V	
CV ₆	V	
CV ₇	V	
CV ₈	V	

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check Lamp 3 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS ₅	A ²					
SoS ₆	A ²					

Check Lamp 4 SoS vs SoS _{min} at I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{test}	Ω	7,5				
Switches W1-W8: 50 % tap unless noted		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS ₇	A ²					
SoS ₈	A ²					

G.4 Form sheet (example) how to depict the measured values of a continuous dimming electronic control gear with two lamps in series

Examples of recording of values for a continuous dimming control gear according to Figure F.4 are given in the following form sheets. Items in light grey are substitution resistor values. Items in dark grey are measured values of pin current or cathode voltage.

Check I_D vs I_{LHmax} and CV vs CV_{max}					
I_D	A				
R_L	Ω				
R_{test}	Ω				
Switches W1 to W8: 50 % tap					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Check CV vs CV_{min} at 10 % I_{test}			
I_D	A		
R_L	Ω		
R_{test}	Ω		
Switches W1 to W12: 50 % tap			
CV_1	V		
CV_2	V		
CV_3	V		
CV_4	V		
CV_5	V		
CV_6	V		
CV_7	V		
CV_8	V		

Check Lamp 1 SoS vs SoS _{min} at 30 % I _{test}						
I _D	A					
R _L	Ω					
R _{test}	Ω					
Switches W1 to W8		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I ₃₁	A					
I ₃₂	A					
I ₄₁	A					
I ₄₂	A					
SoS ₁	A ²					
SoS ₂	A ²					

Check Lamp 2 SoS vs SoS _{min} at 30 % I _{test}						
I _D	A					
R _L	Ω					
R _{test}	Ω					
Switches W1 to W8: 50 % tap unless noted		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I ₃₁	A					
I ₃₂	A					
I ₄₁	A					
I ₄₂	A					
SoS ₃	A ²					
SoS ₄	A ²					

Check SoS vs SoS _{min} at 60 % I _{test}		
I _D	A	
R _L	Ω	
R _{test}	Ω	
Switches W1 to W8: 50 % tap		
I ₁₁	A	
I ₁₂	A	
I ₂₁	A	
I ₂₂	A	
I ₃₁	A	
I ₃₂	A	
I ₄₁	A	
I ₄₂	A	
SoS ₁	A ²	
SoS ₂	A ²	
SoS ₃	A ²	
SoS ₄	A ²	

Bibliography

CISPR TR 30-1:2012, *Test method on electromagnetic emissions – Part 1: Electronic control gear for single- and double-capped fluorescent lamps*

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61547, *Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements*

ITU-T Recommendation Z.100, *Specification and description language (SDL)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	68
INTRODUCTION	70
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives	71
3 Termes et définitions	72
4 Généralités sur les essais	73
5 Marquage	74
5.1 Marquages obligatoires	74
5.2 Informations obligatoires supplémentaires	74
5.3 Informations non obligatoires	75
6 Remarque d'ordre général	75
7 Conditions d'amorçage	75
7.1 Généralités	75
7.2 Conditions pour les appareillages avec préchauffage	75
7.2.1 Généralités	75
7.2.2 Energie de préchauffage	76
7.2.3 Tension en circuit ouvert	77
7.3 Conditions pour les appareillages sans préchauffage	77
7.3.1 Généralités	77
7.3.2 Tension en circuit ouvert	77
7.3.3 Essai d'impédance de l'appareillage	78
7.3.4 Courant cathodique	78
7.4 Dispositif d'aide à l'amorçage et distances	78
8 Conditions de fonctionnement	78
8.1 Facteur de flux lumineux du ballast	78
8.2 Puissance globale du circuit	79
8.3 Exigences pour la gradation	79
8.3.1 Chauffage des cathodes de la lampe	79
8.3.2 Interfaces de commande	89
8.4 Limitation du courant de la lampe	89
9 Facteur de puissance du circuit	90
10 Courant d'alimentation	90
11 Courant maximal aux entrées de cathode	90
12 Forme d'onde du courant de fonctionnement de la lampe	90
13 Impédance aux fréquences audio	90
14 Essais opérationnels dans les conditions anormales	91
14.1 Retrait de la ou des lampes	91
14.2 Echec d'amorçage des lampes	91
14.3 Comportement de l'appareillage en fin de vie de la lampe	91
15 Endurance	91
15.1 Généralités	91
15.2 Cycles de températures	91
15.3 Essai à $t_c + 10$ K	93

Annexe A (normative) Essais	97
Annexe B (normative) Ballasts de référence	102
Annexe C (normative) Conditions pour les lampes de référence	106
Annexe D (informative) Précisions sur les conditions d'amorçage	107
Annexe E (normative) Interface de commande pour les appareillages à gradation	111
Annexe F (informative) Exemples de montages d'essai adaptés aux essais SoS et CV	117
Annexe G (informative) Exemple d'essai SoS-CV avec vue schématique	121
Bibliographie.....	131

Figure 1 – Représentation schématique de l'énergie requise pour le préchauffage et l'amorçage	94
Figure 2 – Circuits d'essai pour le mode d'amorçage sans préchauffage	96
Figure 3 – Montage d'essai fondamental pour l'essai SoS	80
Figure 4 – Montage d'essai fondamental pour l'essai CV	81
Figure 5 – Exemple de cycles de température décrits en 15.2 d) 2)	92
Figure A.1 – Mesure des impédances aux fréquences audio	100
Figure A.2 – Circuit d'essai pour appareillage à mode d'amorçage par préchauffage	101
Figure B.1 – Circuit HF de référence	105
Figure E.1 – Spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue	111
Figure E.2 – Schéma de branchement pour plusieurs appareillages à gradation	112
Figure E.3 – Schéma avec source de courant	112
Figure E.4 – Spécification fonctionnelle pour la commande par PWM	113
Figure E.5 – Caractéristiques du signal PWM	114
Figure E.6 – Schéma de branchement pour appareillages à gradation à PWM	115
Figure E.7 – Courbe de variation pour appareillages à gradation	116
Figure F.1 – Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots	117
Figure F.2 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant des lampes fluorescentes à deux culots	118
Figure F.3 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à culot unique	119
Figure F.4 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique avec connexion de deux lampes en série	120
Figure G.1 – Exemple de montage de circuit d'essai reflétant les mesures nécessaires du Tableau G.1	121

Tableau 1 – Informations relatives à la durée de vie des appareillages	74
Tableau 2 – Inductances parasites, capacités et résistances de contact maximales admises d'un montage de circuit d'essai selon la Figure 3 et la Figure 4	81
Tableau 3 – Niveaux de gradation et valeurs mesurées	83
Tableau G.1 – Liste des essais nécessaires	121

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGES ÉLECTRONIQUES ALIMENTÉS
EN COURANT ALTERNATIF et/ou CONTINU
POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE –
EXIGENCES DE PERFORMANCES**

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60929 porte le numéro d'édition 4.1. Elle comprend la quatrième édition (2011-05) [documents 34C/963/FDIS et 34C/976/RVD] et son amendement 1 (2015-10) [documents 34C/1114/CDV et 34C/1157/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60929 a été établie par le sous-comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

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

NOTE Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences proprement dites: caractères romains.
- *Modalités d'essais: caractères italiques.*
- Notes: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de septembre 2011 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale spécifie les exigences de performances pour les appareillages électroniques alimentés en courant alternatif à 50Hz ou 60 Hz et/ou continu jusqu'à 1 000 V, avec des fréquences de travail s'écartant de la fréquence d'alimentation, et utilisés en association avec des lampes tubulaires à fluorescence comme celles indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, et avec d'autres types de lampes tubulaires à fluorescence pour fonctionnement à haute fréquence, non encore normalisées.

Ces appareillages sont prévus pour faire fonctionner des lampes à des fréquences diverses, y compris les hautes fréquences, et à des puissances de lampes variables. L'attention est attirée sur le fait que les fréquences de travail inférieures à 20 kHz peuvent entraîner des perturbations acoustiques, tandis que les fréquences supérieures à 50 kHz peuvent accroître les problèmes liés aux perturbations radioélectriques.

Certaines lampes peuvent être spécialement conçues pour fonctionner en haute fréquence avec des appareillages à haute fréquence. Deux types d'amorçage, avec et sans préchauffage, sont décrits.

NOTE Les lampes spécifiées uniquement pour amorçage avec préchauffage peuvent fonctionner sur d'autres types de circuits. Il convient que le fabricant des appareillages fournisse des données d'essai mettant en évidence un amorçage et un fonctionnement satisfaisants similaires à ceux indiqués à l'Article 6.

En vue d'obtenir un fonctionnement satisfaisant des lampes à fluorescence et des appareillages électroniques, il est nécessaire d'harmoniser convenablement certaines de leurs caractéristiques. Il est, en conséquence, essentiel que les spécifications les concernant soient établies sur la base de mesures effectuées par rapport à une référence commune, stable et reproductible.

Ces conditions peuvent être obtenues au moyen de ballasts de référence. De plus, l'essai d'appareillages 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 à l'appareillage en essai et à un ballast de référence.

Alors que le ballast de référence pour des fréquences de 50 Hz ou de 60 Hz est une bobine auto-inductive, le ballast de référence à haute fréquence est une résistance en raison de sa neutralité par rapport à la fréquence et de son insensibilité aux capacités parasites.

APPAREILLAGES ÉLECTRONIQUES ALIMENTÉS EN COURANT ALTERNATIF et/ou CONTINU POUR LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE – EXIGENCES DE PERFORMANCES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences de performances pour les appareillages électroniques alimentés en courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz et/ou continu jusqu'à 1 000 V à, avec des fréquences de travail s'écartant de la fréquence d'alimentation, et utilisés en association avec des lampes à fluorescence comme celles indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, ou avec d'autres types de lampes à fluorescence pour fonctionnement à haute fréquence.

NOTE 1 Les essais décrits dans la présente norme sont des essais de type. Les exigences pour les essais individuels d'appareillages en cours de production ne sont pas traitées.

NOTE 2 Il existe des normes régionales relatives à la législation sur les harmoniques du courant de réseau et l'immunité pour les produits finis tels que les luminaires et les appareillages indépendants. Dans un luminaire, l'appareillage constitue le facteur dominant à cet égard. Il convient que l'appareillage, ainsi que les autres composants, soient conformes à ces normes.

NOTE 3 Les exigences relatives à l'interface d'éclairage adressable numérique de l'appareillage électronique sont décrites dans l'IEC 62386.

2 Références normatives

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

IEC 60081:1997, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performance*
Amendement 1(2000)
Amendement 2 (2003)
Amendement 3 (2005)
Amendement 4 (2010)

IEC 60901:1996, *Lampes à fluorescence à culot unique – Prescriptions de performances*
Amendement 1(1997)
Amendement 2 (2000)
Amendement 3 (2004)
Amendement 4 (2007)

IEC 61347-1:2007, *Appareillages de lampes – Partie 1: Exigences générales et exigences de sécurité*
Amendement 1(2010)¹

IEC 61347-2-3 :2000, *Appareillages de lampes – Partie 2-3: Prescriptions particulières pour les ballasts électroniques alimentés en courant alternatif pour lampes fluorescentes*
Amendement 1(2004)
Amendement 2 (2006)

IEC 62386 (toutes les parties), *Interface d'éclairage adressable numérique*

¹ Il existe une édition consolidée 2.1 (2010) comprenant l'IEC 61347-1:2007 et son Amendement 1 (2010).

IEC TR 62750:2012, *Unified fluorescent lamp dimming standard calculations* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

dispositif d'aide à l'amorçage

bande conductrice appliquée à la surface extérieure d'une lampe, ou plaque conductrice située à une distance appropriée de la lampe

Un dispositif d'aide à l'amorçage est généralement relié à la terre et ne peut être efficace que s'il présente une différence de potentiel adéquate par rapport à une extrémité de la lampe.

3.2

facteur de flux lumineux du ballast

blf (en anglais *ballast lumen factor*)

rapport entre le flux lumineux de la lampe lorsque le ballast en cours d'essai fonctionne à sa tension assignée, comparé au flux lumineux de la même lampe lorsque celle-ci fonctionne avec le ballast de référence approprié, alimenté aux tensions et fréquences assignées qui lui sont propres

3.3

ballast de référence

ballast spécial, qui est soit inductif pour les lampes pour fonctionnement aux fréquences du réseau courant alternatif, soit résistif pour les lampes pour fonctionnement à haute fréquence

Il est conçu pour fournir un élément normalisé de comparaison pour l'essai des ballasts, pour la sélection des lampes de référence et pour le contrôle des lampes en cours de production, dans des conditions normalisées. Il est essentiellement caractérisé par le fait qu'à sa fréquence assignée, il présente un rapport tension/courant stable et peu sensible aux variations de courant et de température et aux influences magnétiques externes, comme indiqué dans la présente norme

[IEC 60050-845:1987, 845-08-36, modifiée]

3.4

lampe de référence

lampe destinée aux essais des appareillages qui, lorsqu'elle est associée à un ballast de référence, présente des caractéristiques électriques proches des valeurs nominales indiquées dans la norme relative à ce type particulier de lampe

NOTE Les conditions spécifiées sont indiquées en Annexe C.

3.5

puissance globale du circuit

puissance globale consommée par l'appareillage et la lampe combinés, lorsque l'appareillage fonctionne à sa tension et à sa fréquence assignées

3.6

facteur de puissance du circuit

λ

facteur de puissance de l'ensemble de l'appareillage et de la ou des lampes pour lesquelles il a été conçu

3.7

amorçage par préchauffage

type de circuit dans lequel les électrodes de la lampe sont portées à une température d'émission avant que la lampe ne s'allume effectivement

3.8

amorçage sans préchauffage

type de circuit utilisant une tension en circuit ouvert élevée qui entraîne une émission d'électrons secondaires en provenance des électrodes

3.9

durée de vie de l'appareillage électronique

durée de vie moyenne déclarée pour laquelle 90 % des appareillages électroniques sont toujours en fonctionnement

NOTE 1 Dans le contexte de la durée de vie, un appareillage électronique est "en fonctionnement" s'il remplit toujours ses fonctions prévues.

NOTE 2 Les fabricants appliquent des méthodes adaptées, par exemple le calcul statistique et/ou les essais de fiabilité.

3.10

température ambiante

t_a

gamme de températures de l'air autour de l'appareillage électronique, déclarée par le fabricant pour indiquer la gamme normale de températures de fonctionnement pour l'appareillage électronique

NOTE 1 La durée de vie de l'appareillage électronique est donnée à la température ambiante t_a ; afin de faciliter la mesure, la température correspondante du point t_c est également donnée.

NOTE 2 Il convient que la condition d'essai de mesure pour la température ambiante assignée au DUT (en anglais *device under test*) soit conforme à l'Annexe D de l'IEC 61347-1 à la tension assignée.

4 Généralités sur les essais

4.1 Les essais conformes à la présente norme sont des essais de type.

NOTE Les exigences et tolérances autorisées dans cette norme sont fondées sur les essais d'un échantillon d'essai de type soumis par le fabricant à cet effet. En principe, il convient que cet échantillon d'essai de type se compose d'éléments présentant des caractéristiques typiques de la production du fabricant, et qu'il soit aussi proche des valeurs centrales de production que possible.

On peut s'attendre, avec les tolérances données dans la présente norme, à ce que les produits fabriqués conformément à l'échantillon d'essai de type soient conformes à la norme, et ce pour la majorité de la production. Cependant, pour des raisons liées à la dispersion de la production, il est inévitable que certains produits ne respectent pas les tolérances indiquées. Pour de plus amples renseignements concernant les plans d'échantillonnage et les procédures à suivre pour les contrôles par attributs, voir l'IEC 60410.

4.2 Sauf spécification contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles.

4.3 Un seul appareillage est soumis à tous les essais, sauf indication contraire.

4.4 En général, tous les essais sont effectués sur chaque type d'appareillage ou, dans le cas d'une gamme de puissances pour des appareillages similaires, pour chaque puissance assignée de la gamme ou sur un lot représentatif d'une série, en accord avec le fabricant.

4.5 Les essais sont effectués dans les conditions indiquées à l'Annexe A. Les feuilles de caractéristiques de lampes qui ne figurent pas dans une publication de l'IEC doivent être fournies par le fabricant des lampes.

4.6 Tous les appareillages spécifiés dans la présente norme doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61347-2-3.

4.7 L'attention est attirée sur les normes de performances des lampes contenant « des informations relatives à la conception des appareillages »; il convient de suivre ces dernières pour garantir le bon fonctionnement des lampes; cependant, la présente norme n'exige pas d'essais de performances des lampes dans le cadre de l'approbation des essais de type pour l'appareillage.

5 Marquage

5.1 Marquages obligatoires

L'appareillage électronique doit porter de façon claire les marquages obligatoires suivants, selon le cas.

a) Facteur de puissance du circuit, par exemple 0,85.

Si le facteur de puissance est inférieur à 0,95 et s'il a une caractéristique capacitive, il doit être suivi de la lettre C, par exemple 0,85 C.

Si nécessaire, l'appareillage doit également porter le marquage suivant:

b) Le symbole Σ qui indique que l'appareillage est conçu pour satisfaire aux conditions d'impédance des fréquences audio.

5.2 Informations obligatoires supplémentaires

Outre les marquages obligatoires ci-dessus, les informations suivantes doivent être marquées sur l'appareillage ou doivent figurer dans le catalogue ou tout autre document fourni par le fabricant:

- a) une indication claire du type d'amorçage, à savoir avec ou sans préchauffage;
- b) une indication précisant si un appareillage nécessite un dispositif d'aide à l'amorçage;
- c) le facteur de flux lumineux du ballast s'il est différent de $1 \pm 0,05$;
- d) la durée de vie de l'appareillage est liée à la température ambiante et à la température mesurée sur le point de référence t_c .

A titre informatif, le format du Tableau 1 doit être utilisé. Correspondant aux valeurs de température ambiante fixes de 40 °C, 50 °C et 60 °C, les valeurs de la température mesurée sur le point de référence t_c et la durée de vie déclarée doivent être insérées par le fabricant. La valeur de la température du point t_c donnée dans le tableau ne doit jamais dépasser la valeur de t_c (IEC 61347-1); par conséquent, dans ce cas, la colonne dans laquelle la température du point t_c dépasse t_c ne sera pas remplie, mais au moins la colonne correspondant à une température ambiante de 40 °C doit toujours être remplie.

Tableau 1 – Informations relatives à la durée de vie des appareillages

Température ambiante	40 °C	50 °C	60 °C
Température mesurée sur le point de référence t_c	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Durée de vie	XX XXX ^b	XX XXX ^b	XX XXX ^b
^a valeurs en "°C" déclarées par le fabricant de l'appareillage			
^b valeurs "h" déclarées par le fabricant de l'appareillage			

NOTE 1 Des informations supplémentaires fournies par le fabricant de l'appareillage concernant la température ambiante et la durée de vie données dans le Tableau 1 sont autorisées.

NOTE 2 Pour les appareillages à puissances multiples, il convient de donner la condition de charge la plus défavorable ou un tableau pour chaque ensemble lampe/appareillage.

5.3 Informations non obligatoires

Informations, non obligatoires, qui peuvent être obtenues auprès du fabricant:

- a) fréquence de sortie assignée à une tension assignée, avec et sans lampe associée;
- b) limites de la gamme de températures ambiantes à l'intérieur de laquelle l'appareillage fonctionnera de façon satisfaisante à la tension déclarée (gamme);
- c) puissance globale du circuit.

6 Remarque d'ordre général

On peut s'attendre à ce que les appareillages conformes à la présente norme, fonctionnant en association avec des lampes conformes à l'IEC 60081 ou à l'IEC 60901 ou avec d'autres lampes à fluorescence prévues pour un fonctionnement en haute fréquence, assureront un amorçage satisfaisant de la lampe à une température ambiante à proximité immédiate de la lampe comprise entre 10 °C et 35 °C, ainsi qu'un fonctionnement satisfaisant entre 10 °C et 50 °C à des tensions comprises entre 92 % et 106 % de la tension assignée.

NOTE 1 Les caractéristiques électriques des lampes indiquées dans les feuilles de caractéristiques de lampes de l'IEC 60081 et de l'IEC 60901, et s'appliquant à un fonctionnement sur un appareillage de référence, pour une tension assignée et une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz, sont susceptibles de variations lorsque les lampes sont associées à un appareillage fonctionnant en haute fréquence et dans les conditions indiquées au point b) de 5.3 ci-dessus.

NOTE 2 Dans certaines régions, il existe une législation sur la CEM pour les luminaires. L'appareillage est également un facteur qui contribue au comportement en matière de CEM. Voir la Bibliographie pour les références.

7 Conditions d'amorçage

7.1 Généralités

L'amorçage des lampes par les appareillages ne doit pas affecter le fonctionnement des lampes lorsqu'elles sont mises en fonctionnement conformément à l'utilisation prévue. Les conditions d'amorçage sont détaillées à l'Annexe D.

La conformité est vérifiée par les essais de 7.2 à 7.4, selon le cas, prévus pour des appareillages fonctionnant sous n'importe quelle tension d'alimentation comprise entre 92 % et 106 % de sa valeur assignée.

7.2 Conditions pour les appareillages avec préchauffage

7.2.1 Généralités

L'appareillage doit être soumis aux essais conformément aux exigences suivantes et en appliquant les exigences de l'Article A.3. Les mêmes exigences relatives au préchauffage s'appliquent également aux appareillages à gradation à l'amorçage dans toutes les positions de variation de l'intensité.

La feuille de caractéristiques de la lampe fournit une résistance de substitution $R_{\text{sub}(\text{min})}$ qui est utilisée avec l'appareillage, afin de soumettre aux essais sa capacité à produire l'énergie minimale conformément à la feuille de caractéristiques de la lampe. Si l'appareillage ne fournit pas au moins l'énergie minimale, l'essai est considéré comme non réussi. La ligne d'énergie maximale doit être soumise aux essais avec une autre résistance de substitution $R_{\text{sub}(\text{max})}$ correspondant à l'énergie supérieure. Si l'appareillage génère une énergie trop élevée, l'essai est considéré comme non réussi. La valeur de la deuxième résistance est également indiquée dans la feuille de caractéristiques de la lampe. Dans le cas où aucune

valeur n'est indiquée, les valeurs préliminaires peuvent être obtenues auprès du fabricant de la lampe.

7.2.2 Energie de préchauffage

L'appareillage doit fournir au moins l'énergie de chauffage $E_{\min}$ à t_1 dont la valeur totale minimale est conforme aux limites de temps/énergie indiquées dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe (voir la Figure 1). Dans l'intervalle (t_1, t_2) , l'énergie de chauffage totale doit être comprise entre $E_{\min}$ et $E_{\max}$ conformément à la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir la Figure 1).

A tout instant avant t_2 , l'énergie de chauffage maximale ne doit pas être supérieure aux limites spécifiées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe. Cela ne s'applique pas à l'intervalle (t_1, t_2) , si $t_2 - t_1 < 0,1$ s.

Le temps de préchauffage absolu minimal doit être égal à 0,4 s, sauf spécification contraire dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

Afin de prévenir la formation d'un arc, il convient que la tension appliquée à la résistance de substitution soit maintenue à une valeur inférieure à 11 V efficaces, pour $E < E_{\min}$.

Si une feuille de caractéristiques de lampe ne fournit pas de valeur d'énergie pour le préchauffage et que les exigences pour le courant de préchauffage ne s'appliquent pas, le fabricant de la lampe doit fournir les données de préchauffage appropriées.

La conformité aux exigences pour le courant de préchauffage de la cathode peut être vérifiée de la manière suivante.

Si l'on substitue à chaque cathode de la lampe une résistance non inductive de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, l'appareillage doit fournir un courant de chauffage dont les valeurs totales minimale et maximale sont comprises dans les limites de temps/courant indiquées dans cette feuille de caractéristiques. Le courant de préchauffage minimal i_k est défini comme suit

$$i_k = \sqrt{\frac{a}{t_e} + i_m^2}$$

où

a est la constante (A^2 s) pour un type de cathode spécifique;

i_m est la valeur minimale absolue du courant de chauffage effectif (A) permettant d'obtenir la température d'émission lorsque la durée d'application est suffisamment longue (par exemple ≥ 30 s à partir de l'état froid);

t_e est la durée (s) jusqu'à l'émission.

NOTE Une durée d'émission inférieure à 0,4 s n'est généralement pas suffisante, l'expérience ayant montré qu'un préchauffage satisfaisant de la cathode n'était pas toujours obtenu dans la pratique.

Les valeurs pour a et i_m sont indiquées dans la feuille de caractéristiques de la lampe.

Les mesures sont réalisées avec une résistance de substitution non inductive pour vérifier les exigences pour le préchauffage de la cathode de la valeur spécifiée indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, remplacée pour chaque cathode de la lampe, également si deux lampes ou plus fonctionnent simultanément.

7.2.3 Tension en circuit ouvert

Au cours de la période de préchauffage, la tension en circuit ouvert entre toute paire de résistances de substitution ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée dans la feuille de caractéristiques de la lampe, y compris le décalage en courant continu, conformément à l'Article E.4 de l'IEC 60081 et à l'Article D.3 de l'IEC 60901. Après cette période de préchauffage, la tension doit s'être élevée ou s'être stabilisée à une valeur non inférieure à la valeur minimale égale à la tension d'amorçage, comme indiqué dans la feuille de caractéristiques de la lampe.

Si deux lampes ou plus fonctionnent dans des circuits en série ou en parallèle, chacune des positions est mesurée successivement. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est munie d'une paire de résistances de substitution pour vérifier la tension en circuit ouvert.

La tension en circuit ouvert est mesurée entre les résistances de substitution, et doit être conforme, dans tous les cas, à la valeur spécifiée dans la feuille de caractéristiques pour une seule lampe.

Les mesures sont effectuées avec un oscilloscope. Les mesures sont réalisées avec une résistance de substitution non inductive pour soumettre aux essais les tensions en circuit ouvert spécifiées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

Le fabricant des appareillages fournit sur demande la valeur de la résistance de substitution de la cathode comprise dans la gamme spécifiée permettant d'obtenir la tension en circuit ouvert la plus faible pour l'allumage.

7.3 Conditions pour les appareillages sans préchauffage

7.3.1 Généralités

Les appareillages conformes à la définition 3.8 doivent être conçus de façon que le cumul des périodes de décharge à lueur, lors de l'amorçage, ne dépasse pas 100 ms, mesuré avec une lampe de référence et en l'absence, dans le voisinage immédiat, de toute pièce métallique reliée à la terre qui pourrait faciliter l'amorçage. La période de décharge à lueur est considérée comme étant terminée lorsque le courant de la lampe est au moins égal à 80 % du courant assigné de la lampe.

Un appareillage est considéré comme conforme aux exigences ci-dessus lorsque les conditions suivantes sont remplies.

7.3.2 Tension en circuit ouvert

Les mesures sont effectuées avec un oscilloscope. Si l'on substitue à chaque cathode de lampe une résistance non inductive R_C dont la valeur est conforme à la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir Figure 2a), la tension en circuit ouvert doit être conforme à la valeur indiquée dans cette même feuille de caractéristiques.

Si deux lampes ou plus fonctionnent en série ou en parallèle, chacune des positions est mesurée successivement. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est munie d'une paire de résistances de substitution de la cathode.

La tension en circuit ouvert est mesurée entre les résistances de substitution, et doit être conforme, dans tous les cas, à la valeur spécifiée dans la feuille de caractéristiques pour une seule lampe.

NOTE En cas de chauffage supplémentaire de la cathode lors du processus d'amorçage, des valeurs inférieures peuvent être suffisantes, à condition que la période de décharge lumineuse ne dépasse pas 100 ms.

7.3.3 Essai d'impédance de l'appareillage

Si l'on substitue à la lampe une résistance non inductive R_L de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, et si l'on substitue à chaque cathode de la lampe une résistance non inductive R_C de la valeur indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe (voir Figure 2b), avec une tension d'alimentation correspondant à 92 % de la tension assignée, l'appareillage doit fournir un courant d'une valeur non inférieure à la valeur minimale indiquée dans cette feuille de caractéristiques.

7.3.4 Courant cathodique

Les appareillages du type amorçage sans préchauffage peuvent fournir une partie du chauffage de la cathode lors du processus d'amorçage. Dans la Figure 2c, le courant (de chauffage) de la cathode est mesuré en M1 et M2 comme le plus petit courant.

Le courant cathodique, s'il existe, ne doit pas dépasser la valeur maximale indiquée dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

La mesure est effectuée avec les résistances de substitution R_i (voir Figure 2c), dont la valeur est calculée de la façon suivante:

$$R_i = \frac{11V}{2,1 \times I_r}$$

où I_r est la valeur assignée du courant de fonctionnement de la lampe.

Cette exigence s'applique également aux appareillages électroniques munis de bornes de sortie pour plusieurs lampes. Les positions où aucune mesure n'est à réaliser sont munies de lampes de référence, la position où une mesure doit être réalisée est équipée comme indiqué à la Figure 2c.

7.4 Dispositif d'aide à l'amorçage et distances

Les lampes associées à des appareillages électroniques conformes à la présente norme peuvent nécessiter un dispositif d'aide à l'amorçage comme spécifié dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901. Lors du préchauffage et de l'amorçage, la tension en circuit ouvert et la tension nécessaire au dispositif d'aide à l'amorçage ne doivent pas dépasser les valeurs limites spécifiées à titre informatif pour la conception des appareillages dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

8 Conditions de fonctionnement

8.1 Facteur de flux lumineux du ballast

A sa tension assignée et à une température ambiante de $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, le facteur de flux lumineux du ballast ne doit pas être inférieur à 95 % de la valeur déclarée par le fabricant, à défaut, il ne doit pas être inférieur à 0,95.

NOTE Le flux lumineux d'une lampe est généralement mesuré avec une sphère intégratrice. Pour mesurer les rapports, un luxmètre adapté convient, à condition qu'il existe un rapport étroit entre le flux et l'intensité lumineuse à un point fixe.

Si le facteur de flux lumineux déclaré de l'appareillage est inférieur à 0,9, on doit démontrer que le fonctionnement des lampes associées à cet appareillage n'est pas défectueux.

Les exigences du Paragraphe 8.3 doivent être respectées.

8.2 Puissance globale du circuit

Sous la tension assignée, la puissance globale du circuit ne doit pas être supérieure à 110 % de la valeur déclarée par le fabricant, lorsque l'appareillage fonctionne avec une ou plusieurs lampes de référence.

8.3 Exigences pour la gradation

8.3.1 Chauffage des cathodes de la lampe

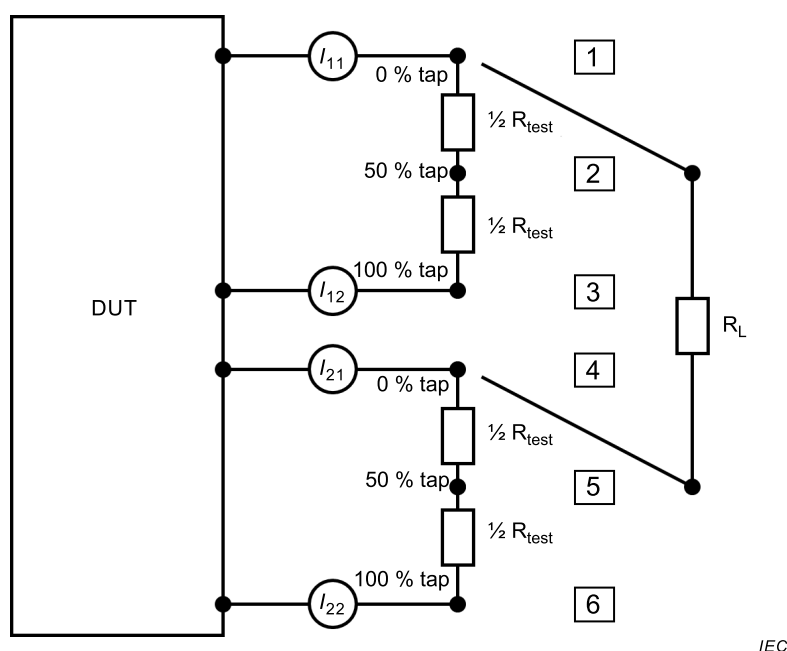
8.3.1.1 Généralités

Les cathodes des lampes fluorescentes fonctionnant en mode de gradation (afin de réduire le flux lumineux en limitant le courant de décharge) nécessitent d'être chauffées de manière appropriée par l'appareillage électronique. Il a été déterminé que la mesure des courants passant par les deux entrées de courant vers la cathode et que la somme des carrés (SoS) de ces deux courants en fonction du courant de décharge permettent d'estimer le chauffage de la cathode. D'autre part, il a également été déterminé que le chauffage de la cathode peut être estimé en mesurant la tension appliquée sur celle-là (CV) lors de la gradation. Les exigences de chauffage sont décrites dans l'IEC TR 62750:2012.

L'appareillage est soumis à essai aux courants de décharge de la lampe (niveaux de gradation) de I_{Dmin} , I_{D30} et I_{D60} . Les mesures sont réalisées avec des résistances de substitution pour les cathodes (R_{essai}) et pour la décharge, cette dernière dépendant du niveau de gradation (R_L , de valeurs nominales R_{L10Max} et R_{L10Min} ainsi que R_{L30} et R_{L60}). Les valeurs des résistances de substitution de la lampe doivent être issues des feuilles de caractéristiques des lampes de l'IEC. Veiller à ce que les résistances de substitution soient capables de transporter le courant, la tension et la puissance apparaissant dans le circuit.

Toutes les positions d'un appareillage qui sont raccordées à une lampe doivent plutôt l'être aux résistances de substitution. À chaque fois que cette procédure fait référence à une "lampe", il s'agit d'un ensemble de résistances de substitution qui représente une lampe.

L'emplacement du point chaud peut varier sur la cathode de la lampe pendant le fonctionnement. Cet effet est simulé dans l'essai en raccordant les résistances de substitution de cathode dans différentes configurations de circuit. À cet effet, les prises situées au milieu et aux extrémités des réseaux de résistances de substitution de cathode sont équipées de commutateurs (méthode 0 – 50 – 100), ce qui permet de réaliser toutes les combinaisons de raccordement possibles. Le montage d'essai fondamental est représenté à la Figure 3.



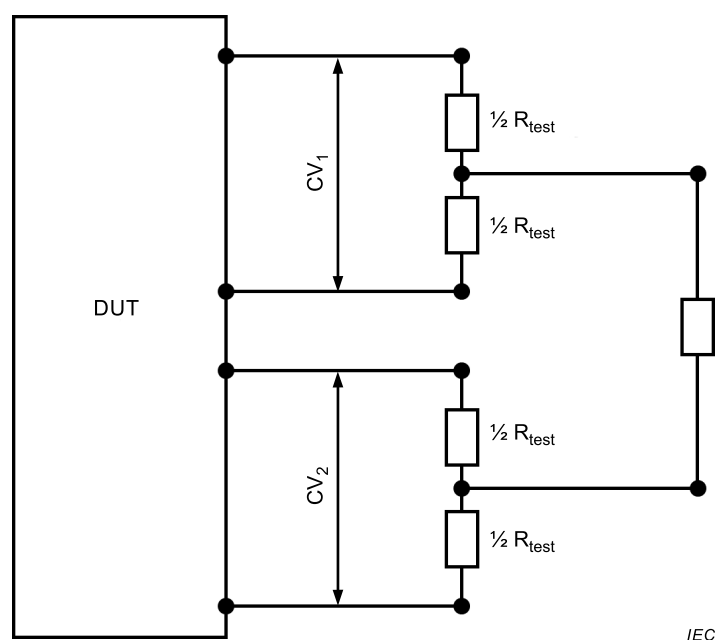
Légende

- DUT appareillage en essai
- R_L résistance de substitution de la lampe
- I_{nn} courant mesuré
- 1...6 positions de commutateurs

Figure 3 – Montage d'essai fondamental pour l'essai SoS

Si le courant de décharge est beaucoup plus faible que le courant de chauffage auxiliaire, c'est-à-dire que pour une limite de chauffage supérieure et inférieure à de très faibles valeurs de courant de décharge (= 10 % du courant d'essai), les courants du câble de dérivation de la cathode sont déterminés comme étant pratiquement égaux.

Par conséquent, pour l'essai CV, seule la position de la prise centrale est exigée. Le montage d'essai CV représenté à la Figure 4 est une version simplifiée du circuit d'essai SoS.



Légende

DUT	appareillage en essai
R_L	résistance de substitution de la lampe
CV_1 et CV_2	tensions mesurées de la cathode

Figure 4 – Montage d'essai fondamental pour l'essai CV

8.3.1.2 Conditions d'essais de base

Les lampes fonctionnant à une fréquence élevée, il convient que le montage d'essai comportant des résistances de substitution soit comparable au montage d'essai du véritable luminaire. Des exemples pertinents sont donnés à l'Annexe F.

Vérifier la pertinence du montage des résistances de substitution de la lampe et de la cathode à des fréquences élevées pour la plage de fréquences utilisées par l'appareillage.

Maintenir les résistances de contact, inductances parasites et capacités de couplage maximales des circuits de cathode en essai, lampe fictive insérée (voir le Tableau 2).

Tableau 2 – Inductances parasites, capacités et résistances de contact maximales admises d'un montage de circuit d'essai selon la Figure 3 et la Figure 4

Paramètre	Valeur maximale
L (pour chaque circuit de chauffage)	2 μH
R (résistances de contact pour chaque circuit de chauffage)	100 $\text{n}\Omega$
C_1 (d'un circuit de chauffage à l'autre)	20 pF
C_2 (du circuit de chauffage à la terre)	150 pF

Les valeurs de L , R , C_1 et C_2 sont mesurées au niveau des fils de lampe à proximité des bornes de lampe de l'appareillage. À cet effet, au lieu d'une lampe, les résistances de substitution de la cathode R_{essai} sont insérées dans le montage d'essai.

Les circuits de sortie des appareillages électroniques, conçus pour fonctionner sur plusieurs lampes, sont soumis à essai séparément. Les circuits de sortie qui ne sont pas concernés par

l'essai doivent être connectés aux résistances de substitution avec une valeur égale au circuit de sortie qui fait l'objet de l'essai. Les variations du commutateur de borne de cathode se produisent uniquement avec le circuit de sortie en essai. Pour le/les autre(s) circuit(s), le commutateur est connecté en position médiane (position 2 et 5 sur la Figure 3).

Les circuits de substitution de lampe, alimentés par des appareillages électroniques multilampe (c'est-à-dire des appareillages qui font fonctionner plusieurs lampes en même temps) doivent être câblés séparément, lorsqu'ils sont connectés au DUT. Cela signifie que chaque résistance de substitution d'électrode est équipée de 2 câbles, menant à la borne de l'appareillage électronique et disposant d'une connexion immédiate selon la conception du circuit électrique. Toutes les paires de câbles d'une résistance de substitution d'électrode doivent être installées ensemble.

Pour le câblage du montage d'essai, des câbles H05V-U (ou équivalents) doivent être utilisés. Lors de la conception du schéma de câblage, les valeurs des pertes parasites doivent être du même ordre pour tous les circuits de lampe. Cela peut être obtenu uniquement si les câblages des circuits de lampe sont comparables en distance, en longueur, etc., et si chaque paire de circuits de lampe est symétrique par rapport à l'axe du dispositif.

Vérifier la pertinence des instruments, c'est-à-dire la tolérance à la plage prévue de fréquences et d'amplitudes.

Pour la mesure du courant efficace, la période de mesure doit être un multiple entier de la période de demi-onde de réseau.

Si l'appareillage électronique permet de faire fonctionner plusieurs lampes avec des paramètres de fonctionnement différents, garantir par des moyens appropriés le bon choix des paramètres de cette/ces lampe(s) pendant le fonctionnement de la lampe fictive.

La conformité aux conditions de chauffage de la cathode doit être soumise à essai avec chaque autre type de lampe.

Pour s'assurer que l'appareillage atteint l'état de fonctionnement (pour "démarrer" les résistances de substitution), la procédure peut être modifiée et/ou un appareillage spécialement préparé peut être utilisé, à condition que le chauffage de la cathode soit le même qu'un appareillage de production.

8.3.1.3 Séquence d'essai générale

Le Tableau 3 donne un aperçu des valeurs correspondant aux différents niveaux de gradation, qui doivent être mesurées et contrôlées. Si un appareillage électronique est conçu pour plusieurs lampes, les mêmes mesures et essais que ceux de la lampe 1 doivent être réalisés. Le Tableau 3 inclut également la position de commutation pour la simulation du point d'amorçage et la corrélation avec la méthode d'essai (CV ou SoS).

Tableau 3 – Niveaux de gradation et valeurs mesurées

Paragraphe	Courant de décharge	Résistance de substitution de la lampe	Valeur de substitution de la cathode	Position du commutateur de simulation du point d'amorçage	Valeurs à vérifier
8.3.1.4.2.2	I_{10}	R_{L10min}	R_{essai3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc.
8.3.1.4.2.3	I_{10}	R_{L10min}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.2.4	I_{10}	R_{L10max}	R_{essai3}	2-5	$CV_1 \geq CV_{min}$, etc.
8.3.1.4.2.5	I_{10}	R_{L10max}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.3.2	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.4.3.3	I_{30}	R_{L30}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.4.4.2	I_{60}	R_{L60}	R_{essai1}	2-5	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.4.4.3	I_{60}	R_{L60}	R_{essai2}	2-5	$CV_1 \leq CV_{max}$, $I_{11} \leq I_{LHmax}$, etc.
8.3.1.5.2	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	1-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.3	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	3-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.4	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	1-6	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.
8.3.1.5.5	I_{30}	R_{L30}	R_{essai1}	3-4	$I_{11}^2 + I_{21}^2 \geq SoS_{30}$, etc.

8.3.1.4 Séquence d'essai "fixation d'amorçage – médian"

8.3.1.4.1 Généralités

Tous les essais dans 8.3.1.4 sont réalisés avec la cathode alimentée à 50 % – Figure 3 (positions de commutateurs équivalentes 2 et 5) ou Figure 4.

Les valeurs des résistances de substitution de la lampe et de la cathode, le courant d'essai et les valeurs limites doivent être ceux des feuilles de caractéristiques IEC de la lampe correspondantes.

8.3.1.4.2 Niveau de gradation I_{Dmin}

8.3.1.4.2.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D (courant passant par les résistances de substitution de la lampe) à I_{Dmin} , comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.2.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution minimale de la lampe R_{L10min}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10min} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai3} .

Mesurer CV_1 et CV_2 , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ et } CV_2 \geq CV_{min}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Répéter la procédure de mesure de CV_1 et CV_2 pour toutes les autres lampes de l'appareillage multilampe.

8.3.1.4.2.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution minimale de la lampe R_{L10min}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10min} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{max} \text{ et } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Répéter la procédure de mesure de CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} pour toutes les autres lampes de l'appareillage multilampe.

8.3.1.4.2.4 Chauffage minimal pour la résistance de substitution maximale de la lampe R_{L10max}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10max} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai3} .

Mesurer CV_1 et CV_2 , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \geq CV_{min} \text{ et } CV_2 \geq CV_{min}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.2).

8.3.1.4.2.5 Chauffage maximal pour la résistance de substitution maximale de la lampe R_{L10max}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L10max} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{max} \text{ et } I_{11} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{12} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{21} \leq I_{LHmax} \text{ et } I_{22} \leq I_{LHmax}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.3 Niveau de gradation I_{D30}

8.3.1.4.3.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D à I_{D30} comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.3.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L30}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L30} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai1} .

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés.

Lampe 2:

Mesurer I_{31} , I_{32} , I_{41} et I_{42} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Lampe 3:

Mesurer I_{51} , I_{52} , I_{61} et I_{62} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Lampe 4:

Mesurer I_{71} , I_{72} , I_{81} et I_{82} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

8.3.1.4.3.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L30}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L30} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{\text{max}} \text{ et } CV_2 \leq CV_{\text{max}} \text{ et } I_{11} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{12} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{21} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{22} \leq I_{\text{LHmax}}.$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.4.4 Niveau de gradation I_{D60}

8.3.1.4.4.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D à I_{D60} comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

8.3.1.4.4.2 Chauffage minimal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L60}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L60} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai1} .

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq SoS_{60}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés.

Lampe 2:

Mesurer I_{31} , I_{32} , I_{41} et I_{42} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{31}^2 + I_{32}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{41}^2 + I_{42}^2 \geq SoS_{60}$$

Lampe 3:

Mesurer I_{51} , I_{52} , I_{61} et I_{62} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{51}^2 + I_{52}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{61}^2 + I_{62}^2 \geq SoS_{60}$$

Lampe 4:

Mesurer I_{71} , I_{72} , I_{81} et I_{82} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{71}^2 + I_{72}^2 \geq SoS_{60} \text{ et } I_{81}^2 + I_{82}^2 \geq SoS_{60}$$

8.3.1.4.4.3 Chauffage maximal pour la résistance de substitution de la lampe R_{L60}

Cet essai doit être réalisé avec une valeur de résistance de substitution de la lampe R_{L60} et une valeur de résistance de substitution du filament R_{essai2} .

Mesurer CV_1 , CV_2 , I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$CV_1 \leq CV_{\max} \text{ et } CV_2 \leq CV_{\max} \text{ et } I_{11} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{12} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{21} \leq I_{\text{LHmax}} \text{ et } I_{22} \leq I_{\text{LHmax}}.$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5 Séquence d'essai "fixation d'amorçage – variable" – niveau de gradation I_{30}

8.3.1.5.1 Généralités

La borne de commande de l'appareillage électronique est utilisée pour régler le courant de décharge de la lampe I_D (courant passant par les résistances de substitution de la lampe) à I_{D30} , comme indiqué sur la feuille de caractéristiques IEC de la lampe correspondante.

Cet essai doit être réalisé avec une résistance de substitution de la lampe de valeur nominale R_{L30} . Les cathodes sont remplacées par une résistance de valeur R_{essai1} .

8.3.1.5.2 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 1 et 4 – (prise de cathode 0 et 0)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.2.3).

8.3.1.5.3 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 3 et 6 – (prise de cathode 100 et 100)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.4 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 1 et 6 – (prise de cathode 0 et 100)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.5.5 Fixation d'amorçage – Figure 3, positions de commutateurs 3 et 4 – (prise de cathode 100 et 0)

Appareillage électronique, faisant fonctionner une lampe:

Mesurer I_{11} , I_{12} , I_{21} et I_{22} , puis comparer les valeurs obtenues aux valeurs limites selon les formules:

$$I_{11}^2 + I_{12}^2 \geq \text{SoS}_{30} \text{ et } I_{21}^2 + I_{22}^2 \geq \text{SoS}_{30}$$

Appareillage électronique, faisant fonctionner plusieurs lampes:

Pour les autres lampes, les mêmes mesures et essais que pour la lampe 1 doivent être réalisés (voir 8.3.1.4.3.2).

8.3.1.6 Séquence d'essais pour les appareillages qui ne peuvent pas obtenir $I_{D\min}$, I_{D30} et I_{D60}

8.3.1.6.1 Généralités

Certains appareillages ne peuvent pas effectuer une gradation aux conditions d'essai spécifiées (p. ex. appareillage à gradation continue avec un niveau minimal supérieur à $I_{D\min}$ ou certains appareillages à gradation par paliers). Pour ces appareillages, les essais ci-dessous doivent être réalisés à des valeurs de courant de décharge aussi proches que possible de I_{D10} , I_{D30} et I_{D60} . La valeur de la résistance de substitution de l'arc de la lampe doit se situer dans les limites de 20 % de celle calculée avec les paramètres d'interpolation linéaire spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la CEI.

$$R_L = \frac{R_{L60} - R_{L30}}{I_{D60} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D30} < I_D < I_{D60}$$

$$R_{L\min} = \frac{R_{L10\min} - R_{L30}}{I_{D\min} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D\min} < I_D < I_{D30}$$

$$R_{L\max} = \frac{R_{L10\max} - R_{L30}}{I_{D\min} - I_{D30}} \cdot (I_D - I_{D30}) + R_{L30} \quad \text{pour } I_{D\min} < I_D < I_{D30}$$

8.3.1.6.2 Niveau de gradation $I_{D\min} \leq I_D \leq (I_{D\min} + I_{D30})/2$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $I_{D\min}$ et $(I_{D\min} + I_{D30})/2$, les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc minimale et maximale $R_{L\min}$ et $R_{L\max}$ et selon les procédures données en 8.3.1.4.2.2, 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.4 et 8.3.1.4.2.5.

8.3.1.6.3 Niveau de gradation $(I_{Dmin} + I_{D30})/2 \leq I_D \leq I_{D30}$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $(I_{Dmin} + I_{D30})/2$ et I_{D30} , les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_{Lmin} et R_{Lmax} telles que calculées en 8.3.1.6.1 et selon les procédures données en 8.3.1.4.2.3, 8.3.1.4.2.5, 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 et 8.3.1.5.5.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI.

8.3.1.6.4 Niveau de gradation $I_{D30} \leq I_D \leq (I_{D30} + I_{D60})/2$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre I_{D30} et $(I_{D30} + I_{D60})/2$, les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_L telles que calculées en 8.3.1.6.1 et selon les procédures données en 8.3.1.4.3.2, 8.3.1.4.3.3, 8.3.1.5.2, 8.3.1.5.3, 8.3.1.5.4 et 8.3.1.5.5.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI.

8.3.1.6.5 Niveau de gradation $(I_{D30} + I_{D60})/2 \leq I_D \leq I_{Dtrans}$

Pour la plage de courants de décharge comprise entre $(I_{D30} + I_{D60})/2$ et I_{Dtrans} , les essais de la chaleur du filament doivent être réalisés en utilisant les valeurs de résistances de substitution d'arc R_L telles que calculées ci-dessus et selon les procédures données en 8.3.1.4.4.2 et 8.3.1.4.4.3.

La valeur de SoS minimal pour la conformité doit être calculée selon $SoS_{min} = X_1 - Y_1 \times I_d$, où I_d est la valeur minimale du courant de la lampe délivré par l'appareillage, et X_1 et Y_1 sont les coefficients de cathode spécifiques à la lampe indiqués dans les feuilles de caractéristiques de la lampe de l'IEC.

8.3.1.7 Conformité

L'appareillage électronique doit satisfaire à toutes les valeurs limites maximales et minimales de chaleur de cathode des paragraphes 8.3.1.3 à 8.3.1.6. Un exemple pour l'enregistrement des résultats de test est donné dans l'Annexe G.

8.3.2 Interfaces de commande

Les exigences de l'Annexe E s'appliquent. Pour les interfaces numériques, les exigences de l'IEC 62386 s'appliquent avec les informations obligatoires du fabricant de l'appareillage électronique.

Il existe aussi aujourd'hui d'autres interfaces non normalisées qui peuvent entraîner des problèmes d'interchangeabilité entre interfaces. Soumettre à essai ces interfaces conformément aux instructions du fabricant.

8.4 Limitation du courant de la lampe

Sauf spécification contraire dans la feuille de caractéristiques de la lampe correspondante, l'appareillage fonctionnant à la tension assignée doit limiter le courant délivré à une lampe de référence à une valeur ne dépassant pas 115 % de celle délivrée à la même lampe lorsque celle-ci est utilisée avec un appareillage de référence.

9 Facteur de puissance du circuit

Pour l'appareillage électronique alimenté en courant alternatif, le facteur de puissance mesuré sur le circuit ne doit pas différer de plus de 0,05 par rapport à la valeur indiquée, lorsque l'appareillage fonctionne avec une ou plusieurs lampes de référence et que l'ensemble est alimenté à la tension et à la fréquence assignées.

Pour les appareillages à gradation, le facteur de puissance est mesuré à pleine puissance.

10 Courant d'alimentation

Sous la tension assignée, le courant d'alimentation ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ par rapport à la valeur marquée sur l'appareillage ou indiquée dans la documentation du fabricant, lorsque l'appareillage alimente une ou plusieurs lampes de référence.

Pour les appareillages à gradation, le courant d'alimentation ne doit pas dépasser de plus de 10 % la valeur marquée sur l'appareillage selon l'IEC 61347-1, quel que soit le niveau de réglage. Le balayage peut être remplacé quel que soit le niveau de réglage, si la valeur du courant d'alimentation maximal et les niveaux de réglage correspondants sont fournis.

11 Courant maximal aux entrées de cathode

En fonctionnement normal sous une tension d'alimentation comprise entre 92 % et 106 % de la valeur assignée, le courant traversant chacune des bornes de cathode ne doit pas dépasser la valeur indiquée dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe.

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un oscilloscope ou par tout autre appareil approprié. Les mesures doivent être effectuées avec une lampe de référence sur tous les contacts de la cathode.

12 Forme d'onde du courant de fonctionnement de la lampe

L'appareillage doit fonctionner à sa tension assignée, en association avec une ou plusieurs lampes de référence. Après stabilisation de la lampe, la forme d'onde du courant de la lampe doit remplir les conditions suivantes.

- a) Pour l'appareillage électronique alimenté en courant alternatif:

Dans tous les demi-cycles consécutifs, l'onde enveloppe du courant de la lampe ne doit pas varier de plus de 4 % pour la même durée après le passage par la phase zéro de la tension d'alimentation du réseau.

NOTE Le but de cette exigence est d'éviter tout papillotement lié à une variation trop importante de la forme de l'onde enveloppe d'un demi-cycle du réseau à l'autre.

- b) Le rapport maximal entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant de la lampe ne doit pas être supérieur à 1,7.

NOTE Au Japon, un facteur de crête maximal de 2,1 est autorisé, lorsqu'un chauffage supplémentaire des cathodes est appliqué.

13 Impédance aux fréquences audio

Les appareillages portant le symbole des fréquences audio (voir 5.1) sont essayés conformément à l'Article A.2.

Pour chaque fréquence de signal comprise entre 400 Hz et 2 000 Hz, l'impédance de l'appareillage, fonctionnant avec une lampe de référence alimentée à sa tension assignée et

à sa fréquence assignée, doit être de caractéristique inductive. Son impédance en ohms doit être au moins égale à la résistance de l'élément qui dissiperait la même puissance que l'ensemble lampe/appareillage correspondant, alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée. L'impédance de l'appareillage est mesurée avec une tension de signal égale à 3,5 % de la tension d'alimentation assignée de l'appareillage.

Entre 250 Hz et 400 Hz, l'impédance doit être au moins égale à la moitié de la valeur minimale requise pour des fréquences comprises entre 400 Hz et 2 000 Hz.

NOTE Pour cet essai, il est possible de déconnecter, s'ils sont intégrés à l'appareillage, les filtres de suppression des interférences radiofréquence constitués de condensateurs de moins de 0,2 μ F (valeur totale).

14 Essais opérationnels dans les conditions anormales

14.1 Retrait de la ou des lampes

Lors du fonctionnement de l'appareillage à la tension assignée +10 % et en association avec la ou les lampes appropriées, celles-ci doivent être débranchées de l'appareillage pendant 1 h sans mise hors tension. Au terme de cette période, la ou les lampes sont rebranchées et doivent s'amorcer et fonctionner normalement. Si l'amorçage de la ou des lampes est anormal, la tension d'alimentation doit être mise hors tension pendant 1 min puis remise sous tension. Après cela, l'amorçage de la ou des lampes doit être normal.

14.2 Echec d'amorçage des lampes

Après avoir substitué à chaque cathode de la lampe une résistance de substitution appropriée et correspondant aux spécifications de la feuille de caractéristiques appropriée, on doit faire fonctionner l'appareillage à la tension assignée +10 % pendant 1 h. Au terme de cette période, on doit retirer les résistances et on branche une ou plusieurs lampes appropriées, qui doivent s'amorcer et fonctionner normalement. Si l'amorçage de la ou des lampes est anormal, la tension d'alimentation doit être mise hors tension pendant 1 min puis remise sous tension. Après cela, l'amorçage de la ou des lampes doit être normal.

14.3 Comportement de l'appareillage en fin de vie de la lampe

Une mise hors tension de l'appareillage ou une réduction de la puissance de la lampe sont autorisées, conformément à l'IEC 61347-2-3, Paragraphe 17.3, si la tension asymétrique atteint une valeur de 5 V en courant continu.

15 Endurance

15.1 Généralités

L'appareillage doit fonctionner à la tension d'alimentation assignée, une ou plusieurs lampes appropriées étant installées à l'extérieur de l'enceinte thermique. Toutes les connexions à la terre de l'appareillage doivent être reliées à la terre. Si l'appareillage électronique est marqué pour une plage de tensions d'alimentation, la tension d'alimentation ayant l'effet le plus défavorable sur la température de l'appareillage électronique doit être choisie.

Les essais sont réalisés dans l'ordre avec le même appareillage.

Un appareillage à intensité variable est soumis aux essais à 100 % de la puissance.

15.2 Cycles de températures

L'essai de cycles de températures est réalisé de la façon suivante:

- a) Echantillons: 5 – appareillages qui n'ont pas été soumis à d'autres essais.

Afin d'éviter que les appareillages avec des systèmes de coupure thermique ne soient mis hors tension au cours de l'essai, le dispositif de coupure doit être désactivé, de telle sorte que l'appareillage reste en fonctionnement.

b) Plage de températures de l'enceinte d'essai:

- la température ambiante minimale dans l'enceinte est de $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
- la température ambiante maximale dans l'enceinte d'essai est de $+80\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

La température ambiante dans l'enceinte doit être mesurée à 200 mm au plus des échantillons d'essai.

c) Mesurer le courant d'entrée stabilisé de l'appareillage à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

d) Procédure d'essai pour 220 cycles de température:

- 1) Relier l'appareillage au réseau et la ou les lampes à $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ (charge maximale), et placer l'appareillage dans une enceinte d'essai thermique. La ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte thermique. Des restrictions d'écoulement d'air peuvent affecter la température autour de l'appareillage en essai (DUT). L'espacement entre les appareillages électroniques doit permettre une température homogène autour de tous les DUT.
- 2) L'appareillage étant désactivé, réduire la température dans l'enceinte d'essai à la température minimale d'essai avec les conditions suivantes (voir la Figure 5):
 - i) Premiers 10 % de la transition de température: pas d'exigences en matière de vitesse de variation de température.
 - ii) Derniers 10 % de la transition de température: le dépassement/sous-dépassement ne doit pas être supérieur à $\pm 5\text{ °C}$ par rapport à la température ambiante cible. Le temps de transition total (t) ne doit pas dépasser 15 min.

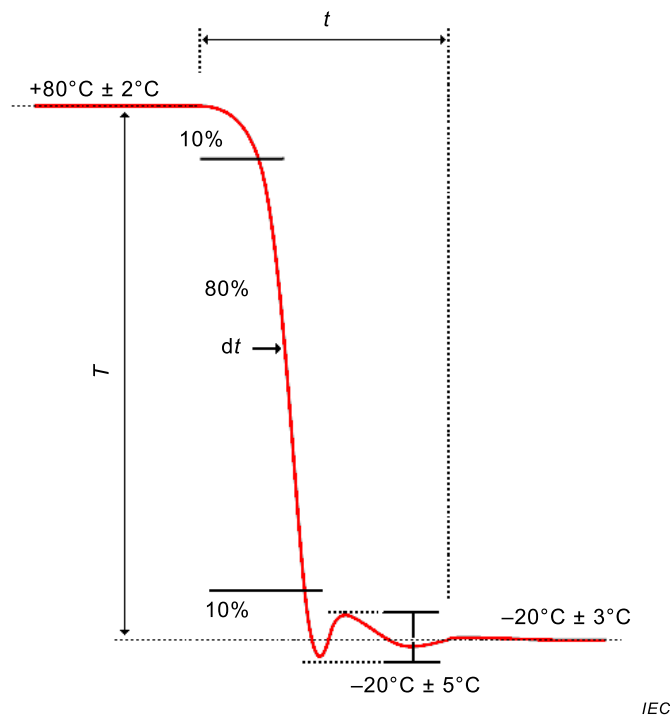


Figure 5 – Exemple de cycles de température décrits en 15.2 d) 2)

- 3) Au niveau de température minimale, démarrer après 50 min à -20 °C 10 cycles de commutation (10 s en marche / 50 s à l'arrêt).
- 4) Mettre l'appareillage sous tension.
- 5) L'appareillage étant activé, augmenter la température dans l'enceinte d'essai à la température maximale d'essai avec les conditions suivantes:

- i) Premiers 10 % de la transition de température: pas d'exigences en matière de vitesse de variation de température.
 - ii) Derniers 10 % de la transition de température: le dépassement/sous-dépassement ne doit pas être supérieur à ± 5 °C par rapport à la température ambiante cible. Le temps de transition total (t) ne doit pas dépasser 15 min.
- 6) Au niveau de température maximale, mettre l'appareillage hors tension après 50 min et démarrer 10 cycles de commutation (50 s en marche / 10 s à l'arrêt).
- 7) Répéter les étapes 2) à 6) 219 fois.

NOTE Au Japon, l'enceinte d'essai avec 1 K/min à 15 K/min est appliquée.

e) Mesurer le courant d'entrée stabilisé de l'appareillage à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

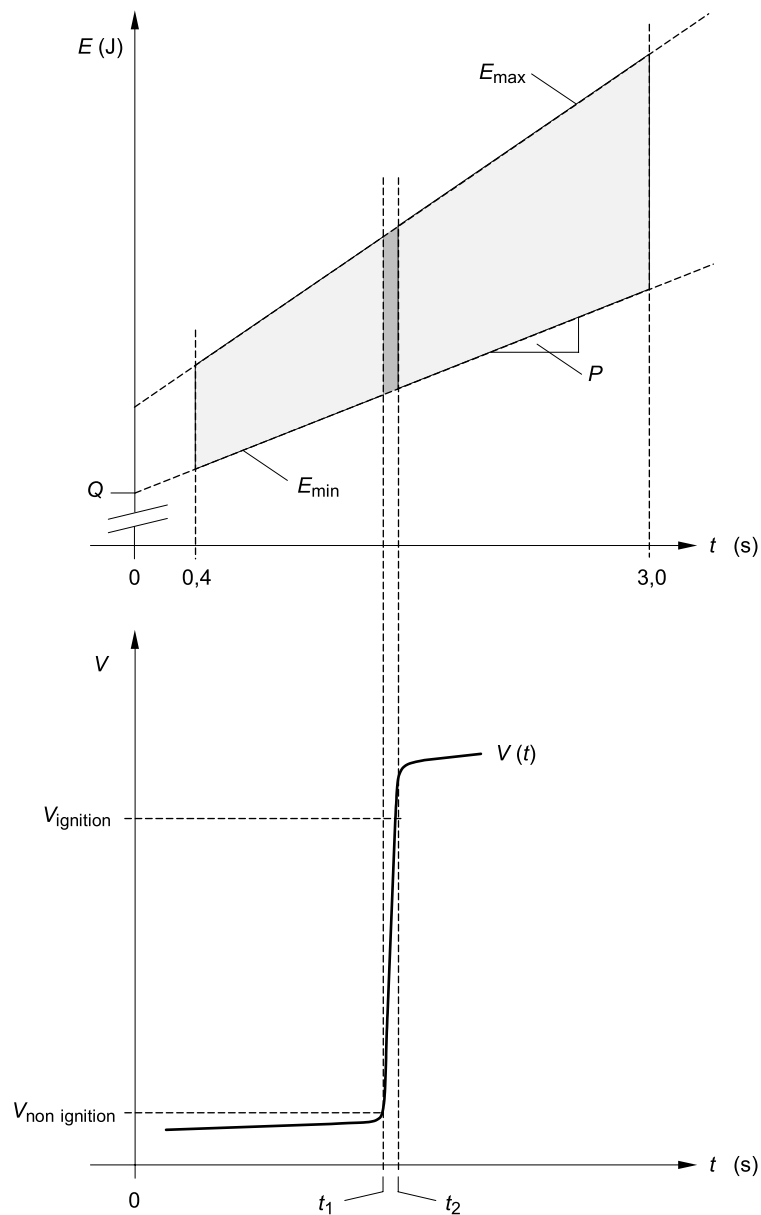
Conformité: Après avoir effectué tous les cycles de température et après refroidissement à température ambiante, tous les appareillages doivent correctement démarrer et faire fonctionner une ou plusieurs lampes appropriées pendant 15 min. En outre, le courant d'entrée à l'étape e) ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ par rapport au courant d'entrée mesuré à l'étape c).

Il convient de limiter l'humidité à l'intérieur de l'enceinte d'essai à une valeur qui ne génère pas de condensation sur les DUT.

15.3 Essai à $t_c + 10\text{ K}$

Les appareillages doivent fonctionner à une température ambiante qui produit $t_c + 10\text{ K}$, tant qu'une période d'essai de 200 h ne s'est pas écoulée. À l'issue de cette période d'essai, refroidir l'enceinte à la température ambiante. Au cours de cet essai, la ou les lampes sont placées à l'extérieur de l'enceinte d'essai à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Conformité: A l'issue de la procédure d'essai, tous les appareillages doivent correctement démarrer et faire fonctionner la/les lampe(s) appropriée(s) pendant 15 min.



IEC 1099/11

Légende

Zone en gris

alimentation d'énergie vers la cathode autorisée

Zone en gris foncé

allumage autorisé

E

énergie alimentée vers l'électrode pour le préchauffage (J)

$E_{\min} =$

$Q_{\min} + P_{\min} \cdot t$ = énergie minimale de préchauffage de la cathode

$E_{\max} =$

$Q_{\max} + P_{\max} \cdot t$ = énergie maximale de préchauffage de la cathode

$V(t)$

tension, mesurée aux bornes de sortie de l'appareillage

$t_1 =$

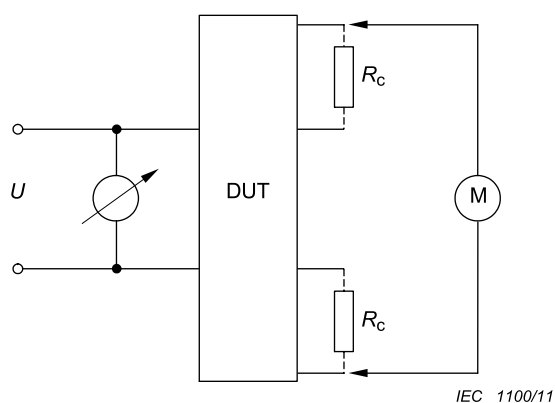
$t(V_{\text{non-ignition}})$

$t_2 =$

$t(V_{\text{ignition}})$

NOTE Pour les valeurs de $Q_{\min}$ (J), $Q_{\max}$ (J), $P_{\min}$ (W), $P_{\max}$ (W), $V_{\text{non ignition}}$ (V) et V_{ignition} (V), voir la feuille de caractéristiques de la lampe.

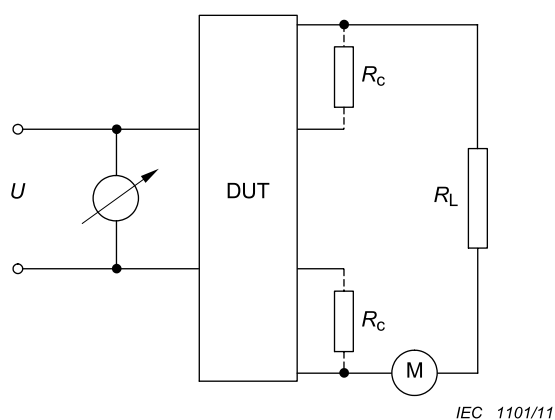
Figure 1 – Représentation schématique de l'énergie requise pour le préchauffage et l'amorçage



Légende

U	alimentation	M	dispositif de mesure
DUT	dispositif (appareillage) en essai	R_c	Voir 7.3.2

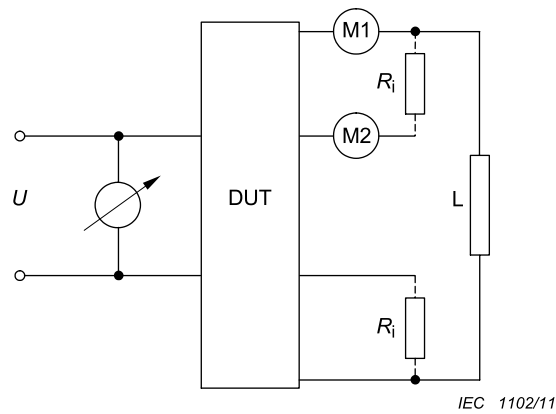
Figure 2a – Circuit d'essai pour la tension en circuit ouvert



Légende

U	alimentation	R_c	Voir 7.3.3
DUT	dispositif (appareillage) en essai	R_L	Voir 7.3.3
M	dispositif de mesure		

Figure 2b – Circuit d'essai pour l'impédance de l'appareillage



Légende

U	alimentation	R_i	Voir 7.3.4
DUT	dispositif (appareillage) en essai	L	lampe
M	dispositif de mesure		

Figure 2c – Circuit d'essai pour le courant cathodique

Figure 2 – Circuits d'essai pour le mode d'amorçage sans préchauffage

Annexe A **(normative)**

Essais

A.1 Exigences générales

Les essais sont des essais de type. Un seul échantillon doit être soumis à tous les essais.

A.1.1 Température ambiante

Les essais doivent être réalisés dans une pièce à l'abri des courants d'air et à une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C, sauf indication contraire.

Lorsque les essais exigent des lampes présentant des caractéristiques constantes, la température ambiante autour de la lampe doit être maintenue entre 23 °C et 27 °C, et ne doit pas varier de plus de 1 °C au cours de l'essai.

A.1.2 Tension et fréquence d'alimentation

A.1.2.1 Tension et fréquence d'essai

Sauf spécification contraire, l'appareillage à soumettre aux essais doit être mis en fonctionnement sous sa tension assignée, et le ballast de référence sous sa tension assignée et sa fréquence assignée.

Si une gamme de tensions d'alimentation est mentionnée sur l'appareillage, ou si plusieurs tensions d'alimentation assignées distinctes lui sont associées, on peut choisir comme tension assignée n'importe laquelle des tensions prévues.

A.1.2.2 Stabilité de la tension d'alimentation et de la fréquence

Pour la plupart des essais, la tension d'alimentation et, s'il y a lieu pour les appareillages de référence, la fréquence, doivent être maintenues à $\pm 0,5$ %. Néanmoins, au cours des mesures réelles, la tension doit être ajustée à $\pm 0,2$ % de la valeur d'essai spécifiée.

A.1.2.3 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 comme étant la somme des valeurs efficaces des composantes individuelles, en prenant 100 % de l'onde fondamentale comme base.

A.1.3 Effets magnétiques

Sauf spécification contraire, aucun objet magnétique ne doit être approché à moins de 25 mm de la surface du ballast de référence ou de l'appareillage en essai.

A.1.4 Montage et raccordement des lampes de référence

Afin de s'assurer que les caractéristiques électriques des lampes de référence sont cohérentes, elles doivent être montées selon les indications de la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe. Si des instructions de montage ne sont pas données sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, les lampes doivent être montées horizontalement.

Il est recommandé de permettre aux lampes de rester immobiles en permanence dans leurs douilles d'essai.

A.1.5 Stabilité de la lampe de référence

A.1.5.1 Une lampe doit être portée en régime de fonctionnement stable avant toute mesure. Elle ne doit pas présenter de spiralage.

A.1.5.2 Les caractéristiques d'une lampe doivent être contrôlées immédiatement avant et immédiatement après chaque série d'essais, conformément à l'Annexe C.

A.1.6 Ballast de référence

Le ballast de référence utilisé doit être celui qui est indiqué dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

A.1.7 Caractéristiques des appareils de mesure

Les caractéristiques des appareils de mesure sont données avec les éléments suivants:

a) Circuits de tension

Les circuits de tension des appareils de mesure branchés aux bornes d'une lampe ne doivent pas dériver de plus de 3 % du courant assigné de la lampe.

b) Circuits de courant

Les appareils de mesure connectés en série avec la lampe doivent avoir une impédance suffisamment basse, de sorte que la chute de tension ne doit pas dépasser 2 % de la tension recherchée pour la lampe.

Pour les appareils de mesure insérés dans des circuits de chauffage en parallèle, l'impédance totale qu'ils présentent ne doit pas dépasser 0,5 Ω.

c) Mesures de la valeur efficace

Les appareils de mesure doivent être pratiquement exempts d'erreurs dues à la distorsion de la forme d'onde, et doivent être appropriés aux fréquences de fonctionnement.

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que la capacité des appareils de mesure par rapport à la terre ne gêne pas le fonctionnement de l'unité en essai. Il peut être nécessaire de vérifier que le point de mesure du circuit en essai est bien relié à la terre.

A.2 Mesure de l'impédance aux fréquences audio

Le circuit de la Figure A.1 illustre un pont permettant de déterminer l'impédance $\bar{Z}$ aux fréquences audio pour l'ensemble lampe/appareillage.

Soient R' et R'' les valeurs des résistances représentées à la Figure A.1, respectivement par les valeurs 5 Ω et 200 kΩ (la seconde au moins n'étant pas une résistance critique). Lorsque, après réglage de R et de C , on parvient à un équilibre pour une fréquence audio donnée et choisie sur l'analyseur d'onde (ou tout autre analyseur sélectif approprié), on obtient généralement:

$$\bar{Z} = R'R''(1/R + i\omega C)$$

Si les résistances R' et R'' ont exactement les valeurs indiquées, l'équation devient:

$$\bar{Z} = 10^6(1/R + i\omega C)$$

NOTE Les impédances Z_1 et/ou Z_2 ne sont pas nécessaires si l'alimentation correspondante a une impédance interne faible par rapport aux courants de l'autre.

A.3 Mesures pendant le préchauffage

A.3.1 Matériel d'essai et séquence de mesures

Le matériel d'essai doit comporter l'appareillage en essai, les résistances (R) de substitution de cathode, comme indiqué dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe, ainsi qu'un dispositif de mesure. Ce dernier peut consister en un oscilloscope pourvu d'une sonde de tension et/ou de courant (voir la Figure A.2).

Le cas échéant, relier à la masse un des côtés de l'enroulement de sortie secondaire du transformateur d'isolement. Si l'appareillage ne comporte pas de transformateur d'isolement, on doit en connecter un à l'entrée.

Pour mesurer la tension totale en circuit ouvert: cette tension est mesurée entre les deux résistances de substitution de cathode.

La tension au dispositif d'aide à l'amorçage, le cas échéant, doit être conforme à la tension indiquée.

A.3.2 Conditions particulières pour la mesure et le traitement des données avec les circuits de préchauffage

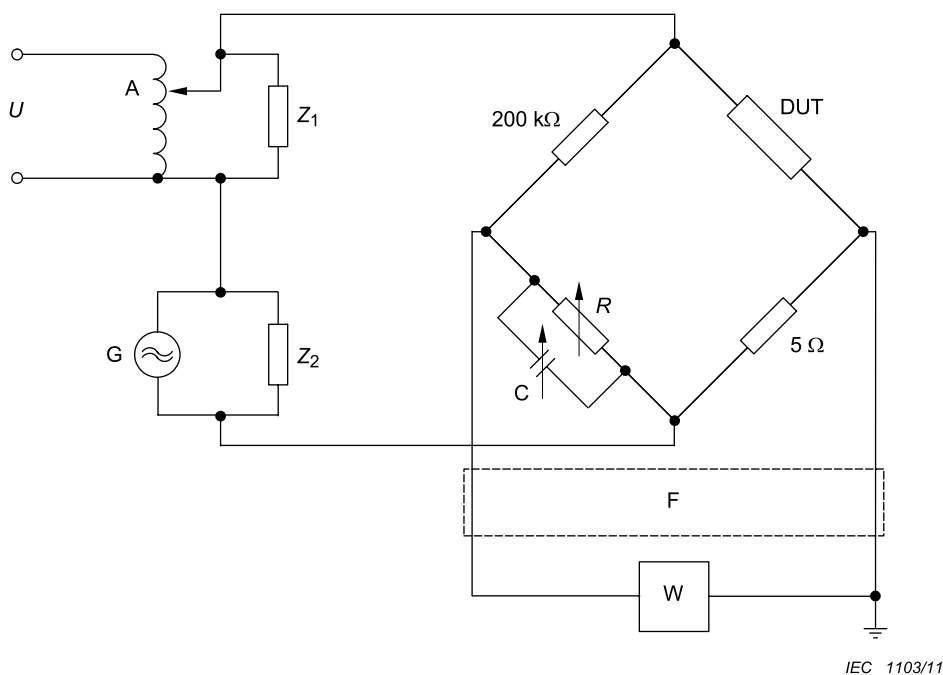
Avec l'aide d'un dispositif de mesure, le courant de chauffage et la tension en circuit ouvert sont déterminés en fonction du temps.

Dans le cas d'un courant efficace ou d'une tension efficace en régime établi respectivement, la valeur effective du courant de chauffage/de la tension est déterminée en observant une période HF unique, à partir de laquelle on déduit la valeur effective et le facteur de crête.

Une mesure directe de la valeur effective pourrait être possible avec un appareil de mesure approprié.

Dans le cas d'un courant variable, la valeur effective du courant de chauffage est définie comme une valeur équivalente à un courant efficace en régime établi ayant le même effet thermique.

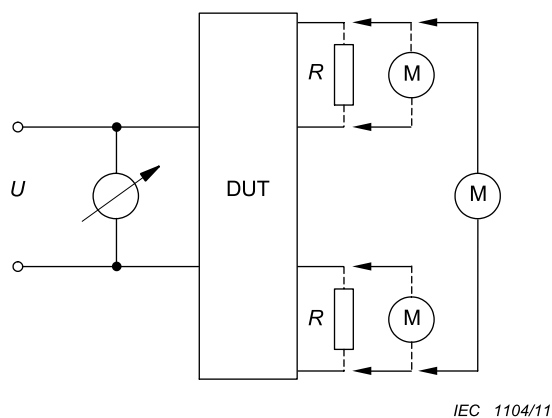
La durée jusqu'à l'émission est calculée à l'aide de la formule indiquée dans les feuilles de caractéristiques des lampes (voir 7.2.2).



Légende

- U alimentation 50 Hz (60 Hz)
 - G générateur 250 Hz...2 000 Hz
 - A transformateur d'alimentation 50 Hz ou 60 Hz
 - DUT dispositif (appareillage) en essai
 - Z_1 impédance d'une valeur suffisamment élevée pour 50 Hz ou 60 Hz, suffisamment faible pour 250 Hz à 2 000 Hz (par exemple résistance de 15 Ω + capacité de 16 μF)
 - Z_2 impédance d'une valeur suffisamment faible pour 50 Hz ou 60 Hz, suffisamment élevée pour 250 Hz à 2 000 Hz (par exemple inductance de 20 mH)
 - F filtre 50 Hz ou 60 Hz
 - W voltmètre sélectif ou analyseur d'onde
 - R résistance à pont variable ($R' = 5 \Omega$; $R'' = 200 \text{ k}\Omega$)
- NOTE La valeur de 200 k Ω pour la résistance de l'une des branches du pont n'est pas impérative.
- C condensateur à pont variable

Figure A.1 – Mesure des impédances aux fréquences audio



Légende

- U alimentation
- DUT dispositif (appareillage) en essai
- M dispositif de mesure
- R Voir les feuilles de caractéristiques de lampe, résistance de substitution utilisée pour vérifier les exigences pour le préchauffage de la cathode

Figure A.2 – Circuit d'essai pour appareillage à mode d'amorçage par préchauffage

Annexe B (normative)

Ballasts de référence

B.1 Marquage

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

- en toutes lettres, les termes « ballast de référence » ou « ballast de référence HF », selon le cas;
- l'identification du vendeur responsable;
- le numéro de série;
- la consommation assignée de la lampe en watts et le courant d'étalonnage;
- la tension d'alimentation et la fréquence assignées.

B.2 Caractéristiques de conception

B.2.1 Conception générale pour les fréquences de 50 Hz ou 60 Hz

Un ballast de référence est une bobine d'auto-induction, avec ou sans résistance supplémentaire, conçu pour donner les caractéristiques de fonctionnement décrites à l'Article B.3.

Ce ballast peut être utilisé soit dans un circuit faisant appel à un starter soit, le cas échéant, dans un circuit comportant des sources d'alimentation distinctes pour le chauffage des cathodes de la lampe.

B.2.2 Ballast de référence pour fréquences de 25 kHz

Un ballast de référence HF est une résistance conçue pour donner les caractéristiques de fonctionnement décrites à l'Article B.4.

Dans la mesure où le ballast de référence HF est destiné à servir de référence permanente, il est essentiel qu'il soit conçu de façon à fournir une impédance stable dans des conditions d'utilisation normales.

A cette fin, il peut être doté de fonctions assurant la remise à la valeur de la résistance de référence.

Un ballast de référence HF doit être logé dans un boîtier le protégeant tant du point de vue mécanique qu'électrique. Il convient toutefois de prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir une conduction appropriée de la puissance dissipée par les pertes.

B.2.3 Protection

L'appareillage doit être protégé, par exemple au moyen d'un boîtier d'acier approprié, contre les effets magnétiques, de façon que le rapport tension/courant pour le courant d'étalonnage ne varie pas de plus de 0,2 % lorsqu'une plaque en acier doux ordinaire de 12,5 mm d'épaisseur est placée à 25 mm par rapport à une face quelconque de l'enceinte de l'appareillage.

En outre, l'appareillage doit être protégé contre toute détérioration d'ordre mécanique.

B.3 Caractéristiques de fonctionnement pour les fréquences de 50 Hz ou 60 Hz

B.3.1 Tension d'alimentation et fréquence assignées

La tension d'alimentation et la fréquence assignées d'un ballast de référence doivent être conformes aux valeurs indiquées dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901, sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes.

B.3.2 Rapport tension/courant

Le rapport tension/courant d'un ballast de référence doit avoir la valeur indiquée dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901 sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, avec les tolérances ci-dessous:

- $\pm 0,5 \%$ pour la valeur du courant d'étalonnage;
- $\pm 3 \%$ pour toute autre valeur de courant comprise entre 50 % et 115 % du courant d'étalonnage.

B.3.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du ballast de référence déterminé pour le courant d'étalonnage doit être celui qui est indiqué dans l'IEC 60081 ou l'IEC 60901, sur les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes, avec une tolérance de $\pm 0,005$.

B.3.4 Echauffement

Le ballast de référence étant alimenté au courant d'étalonnage et à la fréquence assignée, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 27 °C, une mesure par la méthode du « changement de résistance » ne doit pas faire apparaître un échauffement de l'enroulement du ballast supérieur à 25 K, après stabilisation thermique.

B.4 Caractéristiques de fonctionnement pour les fréquences de 25 kHz

B.4.1 Généralités

Les spécifications suivantes concernent les mesures effectuées à la tension d'entrée assignée et à la fréquence assignée du ballast de référence HF, avec une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$, le ballast de référence étant stabilisé thermiquement.

B.4.2 Impédance

L'impédance d'un ballast de référence HF doit avoir la valeur indiquée dans les feuilles de caractéristiques correspondant aux lampes de l'IEC 60081 ou de l'IEC 60901, avec les tolérances suivantes:

- $\pm 0,5 \%$ pour la valeur du courant d'étalonnage;
- $\pm 1 \%$ pour toute autre valeur de courant comprise entre 50 % et 115 % du courant d'étalonnage.

B.4.3 Inductance série et capacité parallèle

L'inductance série d'une résistance de référence doit être inférieure à 0,1 mH, et sa capacité parallèle doit être inférieure à 1 nF.

B.5 Circuit pour les fréquences de 25 kHz (voir Figure B.1)

B.5.1 Chauffage des cathodes

Les ballasts de référence HF peuvent être utilisés dans un circuit faisant appel à des sources d'alimentation distinctes pour obtenir un amorçage correct de la lampe par chauffage des cathodes. Ces sources doivent être débranchées lors des mesures sur une lampe.

B.5.2 Alimentation

Lors des essais à l'aide du ballast de référence HF ou lors du réglage de ce dernier, la tension d'alimentation HF utilisée doit être telle qu'à pleine charge, la somme efficace des harmoniques ne doit pas dépasser 3 % de la composante fondamentale.

Cette alimentation doit être stable et exempte, autant que possible, de toute variation brusque. Pour obtenir de meilleurs résultats, il convient que la tension soit réglée à 0,2 % près.

Pour les ballasts de référence du type résistance, la précision de la fréquence doit être de 2 %.

B.5.3 Appareils de mesure

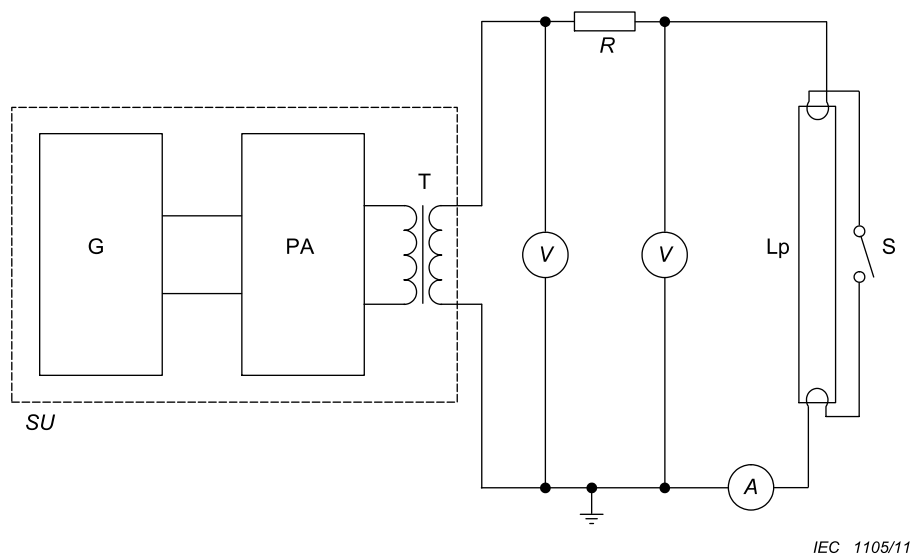
Il convient que tous les appareils de mesure utilisés sur les ballasts de référence HF soient adaptés à un fonctionnement en haute fréquence.

Les détails sont à l'étude.

B.5.4 Câblage

Il convient que les câbles de connexion soient aussi courts et rectilignes que possible, pour éviter toute capacité parasite.

La capacité parasite en parallèle sur la lampe doit être inférieure à 1 nF.



Légende

<i>SU</i>	alimentation (en anglais <i>supply</i>)
<i>G</i>	générateur sinusoïdal
<i>PA</i>	amplificateur de puissance (en anglais <i>power amplifier</i>)
<i>T</i>	transformateur d'isolement
<i>R</i>	résistance de référence
<i>Lp</i>	lampe
<i>S</i>	commutateur d'amorçage (en anglais <i>starting switch</i>)

Figure B.1 – Circuit HF de référence

Annexe C (normative)

Conditions pour les lampes de référence

Une lampe ayant au moins 100 h de vieillissement peut être utilisée comme lampe de référence selon 3.4 si, associée à un ballast de référence dans les conditions définies à l'Annexe A et fonctionnant à une température ambiante de 25 °C, cette lampe ne dévie pas de plus de 2,5 % par rapport aux valeurs assignées correspondantes, selon le cas, indiquées dans l'IEC 60081 et l'IEC 60901, en ce qui concerne la puissance, la tension aux bornes ou le courant de fonctionnement.

Pour les lampes de référence fonctionnant sans starter, si la résistance des cathodes diffère de plus de 10 % par rapport à la valeur assignée de la feuille de caractéristiques de la lampe, elle peut être réduite en utilisant une résistance de dérivation.

On doit toujours utiliser une lampe de référence du type correspondant au ballast en essai.

Le courant traversant une lampe de référence stabilisée et associée à un ballast de référence doit présenter sensiblement la même forme d'onde entre deux demi-périodes successives.

NOTE Ces dispositions réduisent la possibilité d'obtenir des harmoniques d'ordre pair par un quelconque effet de redressement.

Annexe D **(informative)**

Précisions sur les conditions d'amorçage

D.1 Généralités

Les exigences pour les conditions d'amorçage indiquées à l'Article 7 et les informations complémentaires figurant dans les feuilles de caractéristiques des lampes des publications de l'IEC ont été spécifiées pour englober les différentes méthodes d'amorçage de lampes pouvant être utilisées sur l'appareillage électronique.

Ces modes d'amorçage pouvant être plus complexes que ceux qui sont utilisés dans les circuits classiques de 50 Hz ou 60 Hz, cette annexe est destinée à fournir des informations complémentaires destinées à faciliter la compréhension des exigences de la présente norme et des données spécifiées dans les feuilles de caractéristiques de lampe.

D.2 Caractéristiques agissant sur l'amorçage des lampes

Le mécanisme d'amorçage d'une lampe à fluorescence dépend essentiellement de cinq caractéristiques physiques suivantes:

- chauffage de la cathode: Energie alimentée pour le préchauffage et durée d'application;
- tension en circuit ouvert: Tension aux bornes de la lampe et du dispositif d'aide à l'amorçage lors du préchauffage et de l'allumage de la lampe;
- conditions d'environnement: Température ambiante, humidité relative;
- constitution physique de la lampe: Type et pression du gaz de remplissage, dimensions de la lampe, existence d'un film conducteur interne;
- conditions d'alimentation et influence du luminaire: Fréquence de fonctionnement, dimensions et écartement du dispositif d'aide à l'amorçage.

Toutes ces caractéristiques interagissent les unes sur les autres d'une manière complexe et, si elles ne sont pas correctement associées pour une méthode d'amorçage choisie, on obtiendra des performances médiocres (par exemple réduction de la durée de vie de la lampe, du nombre de cycles d'amorçage pour une lampe donnée, noircissement excessif d'extrémité de la lampe).

D.3 Principaux modes d'amorçage de la lampe

Il existe traditionnellement deux méthodes principales d'amorçage des lampes à fluorescence associées à un appareillage de 50 Hz ou 60 Hz, à savoir l'amorçage par préchauffage de la cathode et l'amorçage sans préchauffage de la cathode.

Ces deux méthodes peuvent être utilisées avec des appareillages électroniques, mais en raison des caractéristiques techniques plus évoluées qui peuvent être intégrées dans les appareillages électroniques, souvent des méthodes modifiées doivent être utilisées pour spécifier, pour mesurer et pour évaluer les caractéristiques d'amorçage.

Même si l'amorçage des lampes par les appareillages électroniques est beaucoup plus complexe que celui obtenu par les appareillages classiques de 50 Hz ou 60 Hz, on obtiendra de bons résultats en observant les mêmes principes de base.

D.4 Méthodes particulières d'amorçage de la lampe

D.4.1 Amorçage par préchauffage

On utilise généralement différentes méthodes d'amorçage de la lampe par préchauffage de la cathode, qui fonctionnent toutes selon le même principe général: la cathode doit être alimentée avec une quantité suffisante d'énergie. Des solutions particulières peuvent exister utilisant de manière plus ou moins importante un mode de préchauffage contrôlé par tension ou par courant constant.

Avec toutes ces méthodes, il faut que les exigences ci-dessous soient remplies pendant la durée de l'amorçage pour obtenir des résultats satisfaisants.

- a) Avant que les cathodes atteignent la température d'émission, il ne faut pas que les tensions en circuit ouvert aux bornes de la lampe et/ou entre la lampe et le dispositif d'aide à l'amorçage atteignent des valeurs telles qu'elles entraînent une détérioration des cathodes par des courants de lueur.
- b) Après obtention de la température d'émission des cathodes, il faut que les tensions en circuit ouvert permettent un amorçage rapide de la lampe sans tentatives répétées.
- c) S'il est nécessaire d'élever les tensions en circuit ouvert pour amorcer la lampe après obtention de la température d'émission des cathodes, le passage d'une tension basse à une tension élevée en circuit ouvert doit intervenir alors que les cathodes sont encore à la température d'émission.
- d) Lors de la période de préchauffage des cathodes, le courant de chauffage ou la tension ne doivent pas être trop excessifs pour ne pas entraîner une détérioration de la matière émissive des cathodes par surchauffe.

Les tensions en circuit ouvert requises pour l'amorçage par préchauffage étant relativement basses, des circuits comprenant plusieurs lampes montées en série peuvent être utilisés pour certains types de lampes.

Dans ce cas, on a parfois recours à un ou plusieurs condensateurs d'amorçage pour shunter une partie du circuit des lampes tandis qu'une tension en circuit ouvert maximale est appliquée à la lampe non shuntée. La taille du condensateur d'amorçage est fonction du courant de lueur susceptible de perturber la phase initiale d'amorçage. Il est nécessaire de veiller à équilibrer la capacité du condensateur de démarrage pour qu'il ne remette pas en cause le bon déroulement de l'amorçage ni les performances de l'appareillage et des autres lampes.

D.4.2 Amorçage sans préchauffage

Cette méthode d'amorçage repose sur l'émission par effet de champ se produisant immédiatement sur les cathodes non chauffées d'une lampe dès qu'une tension en circuit ouvert élevée est appliquée à la lampe.

La valeur de la tension en circuit ouvert et l'impédance de l'alimentation de l'appareillage déterminent le délai nécessaire à la lampe pour passer de la phase de décharge à lueur de courant à la phase d'arc maximal.

Le noircissement excessif d'extrémité de la lampe et par conséquent sa défaillance précoce sont dus essentiellement à des courants de lueur trop élevés et/ou trop prolongés lors de l'amorçage. Pour réduire les risques de détérioration dus au courant de lueur, il est nécessaire que la valeur de la tension en circuit ouvert soit à son minimum et que l'appareillage puisse faire « traverser » rapidement cette phase à la lampe, sans que la durée des tentatives répétées d'amorçage n'excède 100 ms.

Certains appareillages se servent des courants cathodiques de la lampe, non pour assurer un chauffage approprié de la cathode, mais par exemple pour aider l'amorçage en réduisant les tensions d'amorçage. Dans ce cas, il faut observer les valeurs limites maximales du courant cathodique pour éviter une surchauffe de la cathode.

D.5 Interprétation des exigences de l'Article 7 et des informations données dans les feuilles de caractéristiques des lampes

D.5.1 Amorçage par préchauffage

D.5.1.1 Energie de chauffage et durée d'émission (t_s)

D.5.1.1.1 Valeurs minimales pour l'énergie de chauffage

La quantité de chaleur nécessaire pour porter un type de cathode donné à la température minimale d'émission peut être exprimée en termes de durée et de deux constantes, Q et P, déterminées par les propriétés physiques de ce type de cathode.

Cette relation peut être formulée par l'équation suivante:

$$E_{\min} = Q_{\min} + P_{\min} \times t$$

$$E_{\max} = Q_{\max} + P_{\max} \times t$$

où

$t = t_s$ est la période écoulée avant le ou les amorçages. Les normes relatives aux lampes utilisent le paramètre t_s comme un instant certain et précis dans le temps. Cependant, en réalité, il s'agit d'une valeur comprise entre t_1 et t_2 . L'intervalle (t_1 , t_2) est illustré à la Figure 1;

NOTE Une durée d'émission inférieure à 0,4 s n'est généralement pas suffisante, l'expérience ayant montré qu'un préchauffage satisfaisant de la cathode n'était pas toujours obtenu dans la pratique.

$Q_{\min}$ est une constante fonction du type de la cathode (J);

$P_{\min}$ est une constante fonction du type de la cathode (W);

$E_{\min}$ est la valeur minimale de l'énergie de chauffage (J);

$Q_{\max}$ est une constante fonction du type de la cathode (J);

$P_{\max}$ est une constante fonction du type de la cathode (W);

$E_{\max}$ est la valeur maximale de l'énergie de chauffage (J).

Les valeurs des constantes Q et P figurent dans chaque feuille de caractéristiques correspondant aux lampes, ainsi que les valeurs des résistances de substitution de la cathode. Des calculs élémentaires peuvent bien entendu être effectués afin de transformer les valeurs d'énergie en valeurs de courant ou de tension, si besoin pour un type particulier d'appareillage.

La valeur de l'énergie de chauffage effective $E_{\min}$ peut être calculée en insérant la valeur mesurée de t_s dans l'équation ci-dessus, qui figure également dans chaque feuille de caractéristiques de la lampe.

D.5.1.1.2 Valeurs maximales de l'énergie de chauffage

Les niveaux maximaux de l'énergie de chauffage sont calculés à partir des formules pour $E_{\max}$ et des valeurs figurant dans la feuille de caractéristiques de chaque lampe, mesurés avec la valeur requise de la résistance de substitution.

Ces exigences sont schématisées à la Figure 1.

NOTE En cas d'interruption de l'alimentation de l'énergie de préchauffage, le transfert d'énergie vers les électrodes est nul. La Figure 1 montrant l'énergie alimentée (et non le contenu énergétique des électrodes), lors de l'interruption de l'alimentation, la courbe de l'énergie reste constante, c'est-à-dire qu'elle forme une ligne horizontale. Le comportement énergétique des électrodes, par exemple pertes par refroidissement, est décrit par la pente P de l'équation $E = Q + P \times t$.

D.5.1.2 Tensions en circuit ouvert

Les informations figurant dans les feuilles de caractéristiques correspondant à la lampe concernent aussi bien les systèmes qui nécessitent un dispositif d'aide à l'amorçage que les systèmes qui n'en nécessitent pas. Il est essentiel que le système correct soit identifié avant les essais.

Pour certains types de lampes, les feuilles de caractéristiques correspondantes indiquent des valeurs maximales de tension en circuit ouvert avant le temps t_0 supérieures ou égales aux valeurs minimales de tension en circuit ouvert indiquées après le temps t_0 . Les appareillages conçus pour ces types de lampes ne doivent pas nécessairement élever la tension en circuit ouvert pour amorcer correctement ces lampes.

D.5.2 Amorçage sans préchauffage

Une simple mesure de la tension en circuit ouvert ne garantit pas nécessairement un amorçage correct de la lampe par un appareillage ni le respect de la période minimale de courants de lueur. Certains appareillages sont incapables de fournir, au début, le courant nécessaire pour que la lampe passe rapidement de la phase de décharge à lueur à celle de la formation de l'arc.

Pour éviter cette situation, un essai d'impédance de l'appareillage est effectué avec une résistance de substitution de lampe.

Les valeurs de cette résistance de substitution de lampe et les valeurs du courant minimal qu'il faut fournir à cette résistance sont indiquées dans la feuille de caractéristiques correspondant à la lampe.

D.6 Exigences de mesure

Comme les caractéristiques d'amorçage et de pré-amorçage de l'appareillage électronique ne garantissent pas obligatoirement une tension et des courants en régime établi, il est nécessaire d'utiliser des dispositifs de mesure et des techniques appropriés.

Annexe E (normative)

Interface de commande pour les appareillages à gradation

E.1 Vue d'ensemble

La présente annexe spécifie l'interface de commande pour les appareillages à gradation. La puissance d'arc de l'appareillage électronique est réglée entre la valeur minimale (ou l'arrêt) et la valeur maximale par le signal de commande appliqué aux bornes de réglage de l'appareillage.

Si le signal de commande n'est pas appliqué, l'appareillage doit donner la valeur maximale de la puissance d'arc, telle qu'elle est définie dans l'IEC 61347-1 et l'IEC 61347-2-3 ou le niveau de défaillance du système, si applicable.

Cette annexe ne traite d'aucune exigence pour les unités de commande.

E.2 Commande par tension continue

E.2.1 Schéma

Une spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue est représentée sur la Figure E.1.

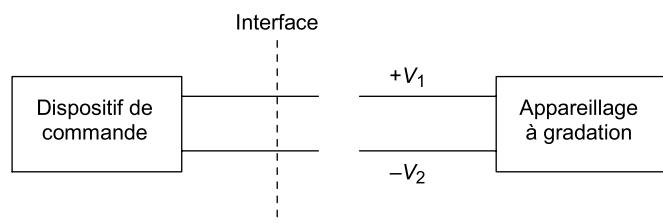


Figure E.1 – Spécification fonctionnelle pour la commande par tension continue

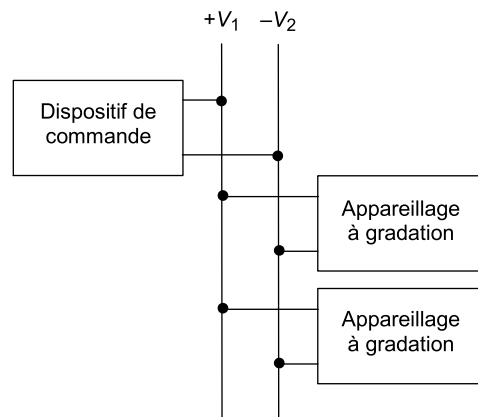
La puissance d'arc d'un appareillage à gradation est commandée par la tension continue appliquée sur l'entrée de commande de l'appareillage à gradation. La tension continue a les caractéristiques suivantes:

Gamme de signaux de commande

$V_{1,2}$ = entre 10 V et 11 V:	valeur maximale de la puissance d'arc
$V_{1,2}$ = entre 0 V et 1 V:	valeur minimale de la puissance d'arc / flux lumineux minimal
$V_{1,2}$ = entre 1 V et 10 V:	puissance d'arc augmentant de la valeur minimale à la valeur maximale
$V_{1,2}$ = entre 0 V et 11 V:	fonctionnement stable de la lampe et flux lumineux stable

E.2.2 Schéma de branchement

En fonction du courant admissible, plusieurs appareillages à gradation peuvent être branchés sur un dispositif de commande selon le schéma suivant (voir Figure E.2):



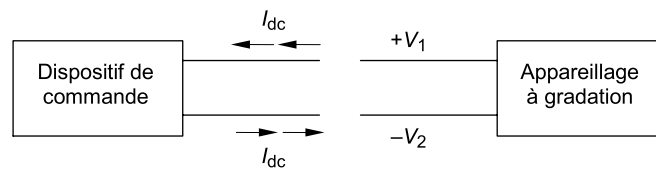
IEC 1107/11

Figure E.2 – Schéma de branchement pour plusieurs appareillages à gradation

E.2.3 Spécifications électriques

E.2.3.1 Schéma

L'appareillage à gradation est source de courant (voir Figure E.3).



IEC 1108/11

Figure E.3 – Schéma avec source de courant

E.2.3.2 Limites de tension de l'entrée de commande

L'appareillage ne doit pas être endommagé quand la tension de l'entrée de commande $V_{1,2}$ est comprise entre -20 V et $+20\text{ V}$.

L'appareillage ne doit pas produire de tensions qui dépassent les valeurs limites pour l'unité de commande, et ne doit en aucun cas dépasser les valeurs suivantes:

$$V_{1,2} \text{ entre } -20\text{ V et } +20\text{ V.}$$

Les bornes de commande doivent être protégées contre les inversions de polarité. Dans ce cas, l'appareillage doit fonctionner avec le flux lumineux minimal, ou ne doit pas fonctionner.

Aux tensions d'entrée de commande comprises entre 0 V et 11 V , le flux lumineux doit être stable.

Cela doit être contrôlé par examen visuel.

E.2.3.3 Limites de courant à l'entrée de commande

Les limites pour le courant à l'entrée de commande, devant être fourni à l'unité de commande, sont $10\text{ }\mu\text{A}$ au minimum et 2 mA au maximum.

La valeur du courant d'entrée de commande doit être déclarée ou indiquée sur l'appareillage.

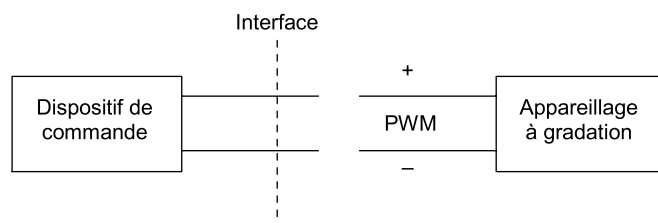
E.2.3.4 Mise sous tension

La mise sous tension est autorisée pour n'importe quel niveau de variation.

E.3 Commande par modulation de largeur d'impulsion (PWM, en anglais *pulse width modulation*)

E.3.1 Schéma – spécification fonctionnelle pour la commande par PWM

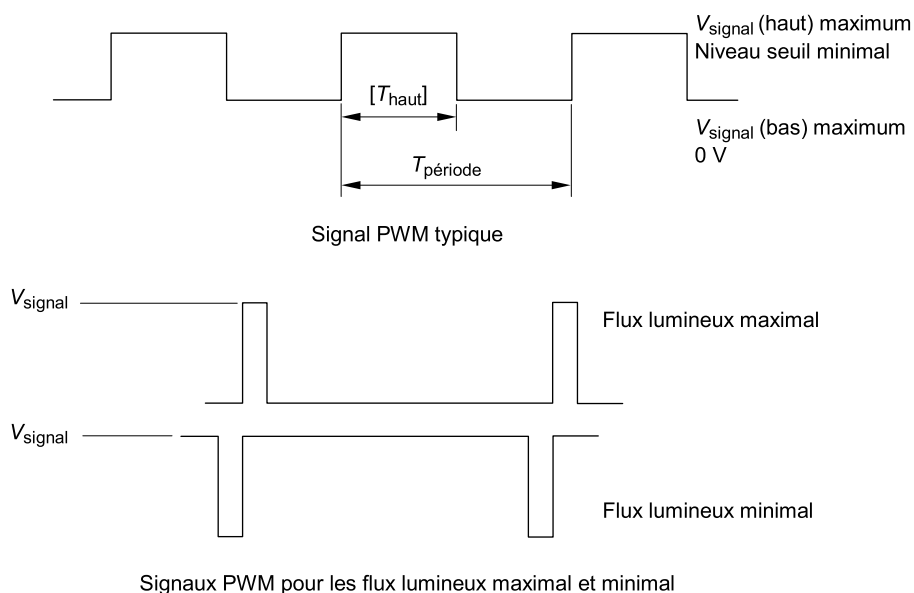
Le schéma de la spécification fonctionnelle pour la PWM est représenté sur la Figure E.4 et la Figure E.5.



IEC 1109/11

Figure E.4 – Spécification fonctionnelle pour la commande par PWM

La puissance d'arc d'un appareillage à gradation est commandée par le signal PWM appliqué sur l'entrée de commande de l'appareillage à gradation. La puissance d'arc est modifiée en faisant varier le pourcentage du temps pendant lequel le signal PWM est au niveau V_{signal} . Le signal PWM a les caractéristiques suivantes:



IEC 1110/11

Figure E.5 – Caractéristiques du signal PWM

La tension du signal est comprise entre $V_{\text{signal(bas)}}$ et $V_{\text{signal(haut)}}$, où:

$V_{\text{signal(bas)}}$ minimum est 0 V;

$V_{\text{signal(bas)}}$ maximum est 1,5 V;

$V_{\text{signal(haut)}}$ minimum est 10 V;

$V_{\text{signal(haut)}}$ maximum est 25 V;

$T_{\text{période}}$ (durée de cycle) est 1 ms minimum et 10 ms maximum.

Pour le flux lumineux, les spécifications suivantes sont définies:

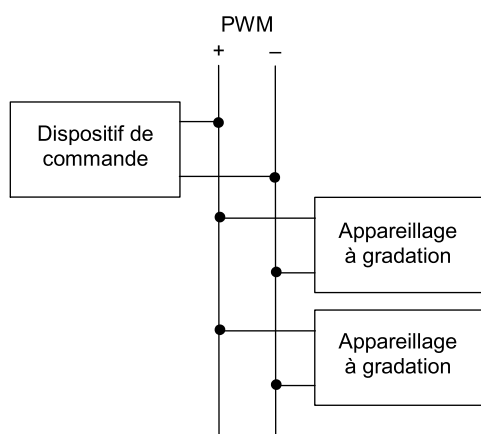
- flux lumineux maximal quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est entre 0 % et 5 % ± 1 %;
- 1 % ou flux lumineux minimal quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est de 95 % ± 1 %;
- extinction quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est >95 %;

NOTE Cette partie du signal est réservée pour l'extinction. Toutefois, si un appareillage ne possède pas cette caractéristique, il convient que sa sortie reste au niveau minimal.

- pas d'extinction quand la largeur du signal - $T_{(haut)}$ - est <95 %.

E.3.2 Schéma de branchement

En fonction du courant admissible, plusieurs appareillages à gradation peuvent être branchés sur un dispositif de commande selon le schéma présenté à la Figure E.6.



IEC 1111/11

Figure E.6 – Schéma de branchement pour appareillages à gradation à PWM

E.3.3 Spécifications électriques

L'unité de commande est source de courant et l'appareillage est consommateur de courant.

E.3.3.1 Limites de tension du signal

L'appareillage ne doit pas être endommagé quand la tension du signal V_{signal} est en dessous de 25 V.

Les bornes de commande doivent être protégées contre les inversions de polarité. Dans ce cas, l'appareillage ne doit pas fonctionner.

E.3.3.2 Impédance aux bornes de commande

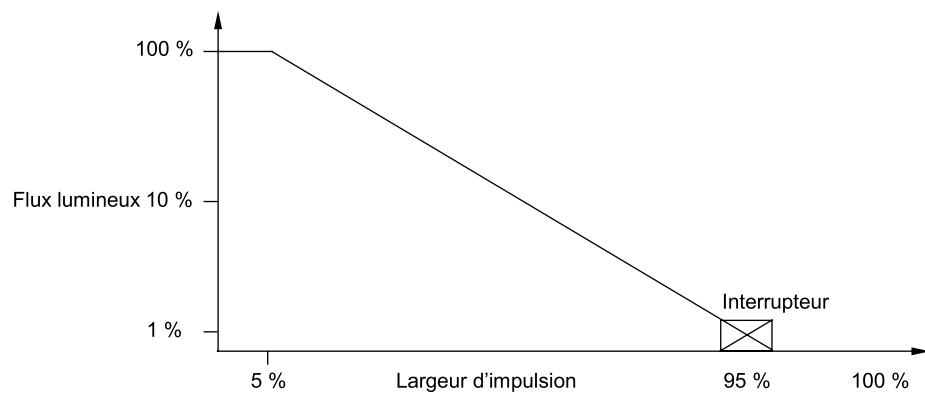
L'impédance aux bornes de commande doit être comprise entre 1 k Ω et 10 k Ω .

E.3.3.3 Courant d'entrée

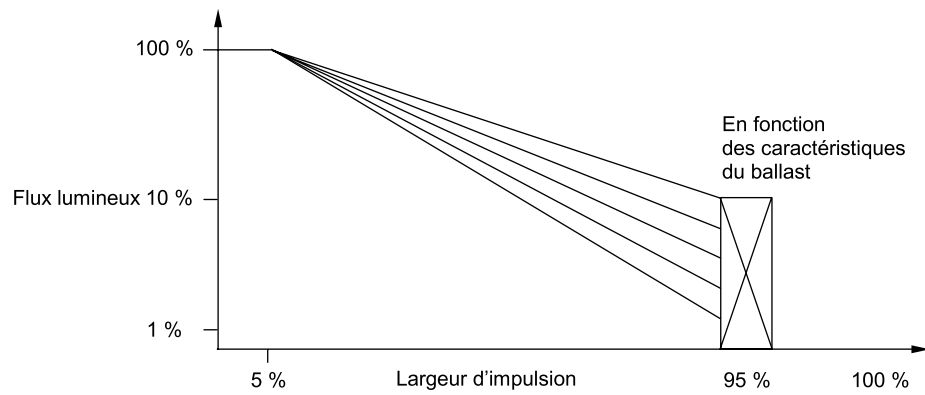
La valeur du courant d'entrée pour 12 V stabilisé doit être déclarée ou indiquée sur l'appareillage.

E.3.4 Exemples de caractéristiques de commande

La Figure E.7 donne des exemples de caractéristiques de commande.



Courbe de variation pour les appareillages à gradation
présentant un flux lumineux minimal égal à 1 %



Courbe de variation pour les appareillages à gradation
présentant un flux lumineux minimal supérieur à 1 %

IEC 1112/11

Figure E.7 – Courbe de variation pour appareillages à gradation

Annexe F (informative)

Exemples de montages d'essai adaptés aux essais SoS et CV

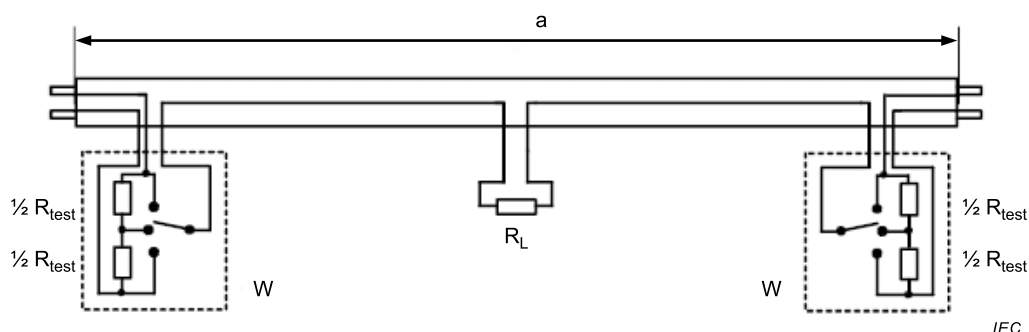
F.1 Généralités

La longueur et la disposition du conducteur entre l'appareillage et les résistances de substitution sont réglées conformément au CISPR TR 30-1. Il convient de placer les résistances de substitution et les commutateurs aussi près que possible des électrodes de lampe et il convient de placer les résistances de lampe aussi près que possible du centre de la lampe.

F.2 Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots

Voir la Figure F.1.

NOTE Une "lampe fictive" est le remplacement complet d'une lampe, composée de R_L et R_{essai} .



Légende

- R_L résistance de substitution de la lampe
- R_{essai} résistance de substitution de la cathode
- W circuit de substitution de la cathode

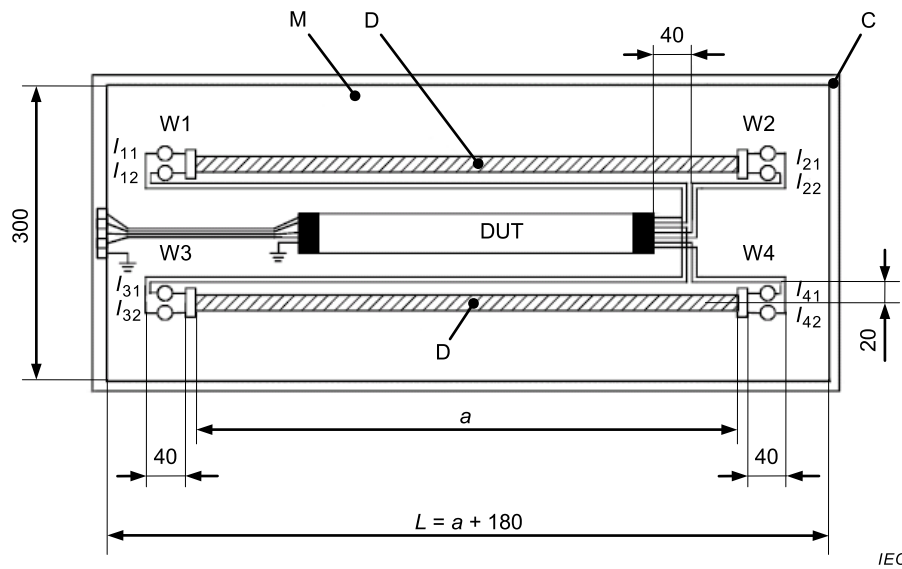
Figure F.1 – Lampe fictive pour lampes fluorescentes à deux culots

F.3 Montage de circuit d'un appareillage à une seule et plusieurs lampes pour lampes fluorescentes à deux culots

Le montage d'essai contient des lampes fictives et des résistances de substitution. Par conséquent, il simule la présentation de lampes réelles à câblage symétrique dans un luminaire.

La Figure F.2a représente le montage de mesure pour des appareillages électroniques à une ou deux lampes et La Figure F.2b pour des appareillages électroniques à trois ou quatre lampes. Pour plus de détails, voir le CISPR TR 30-1.

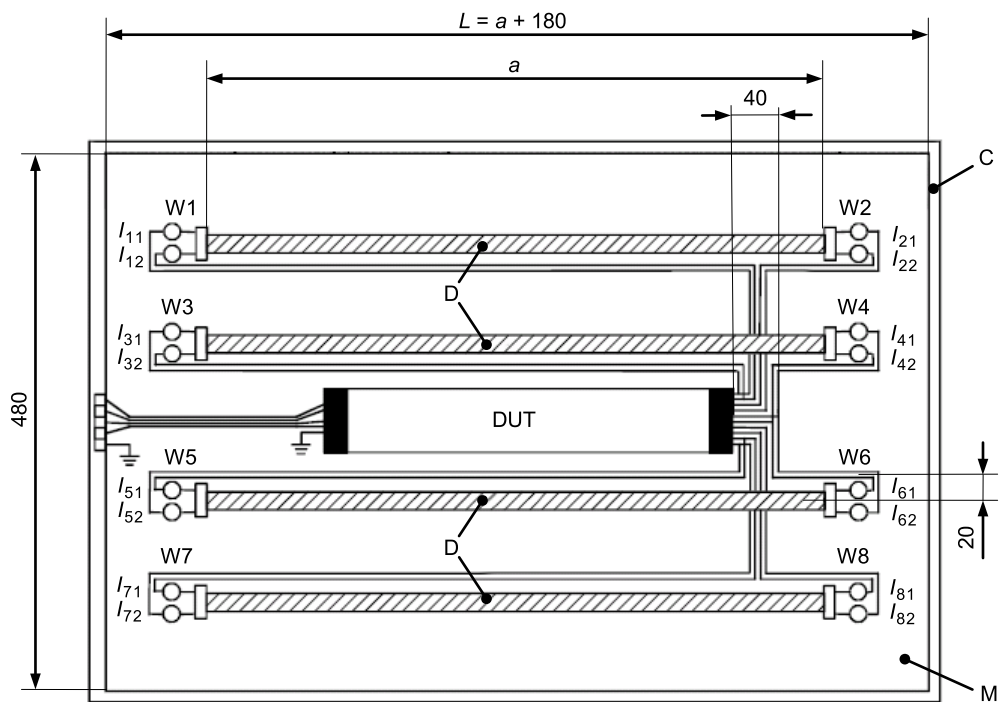
Dimensions en millimètres



IEC

Figure F.2a – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à deux culots

Dimensions en millimètres



IEC

Figure F.2b – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant trois ou quatre lampes fluorescentes à deux culots

Légende

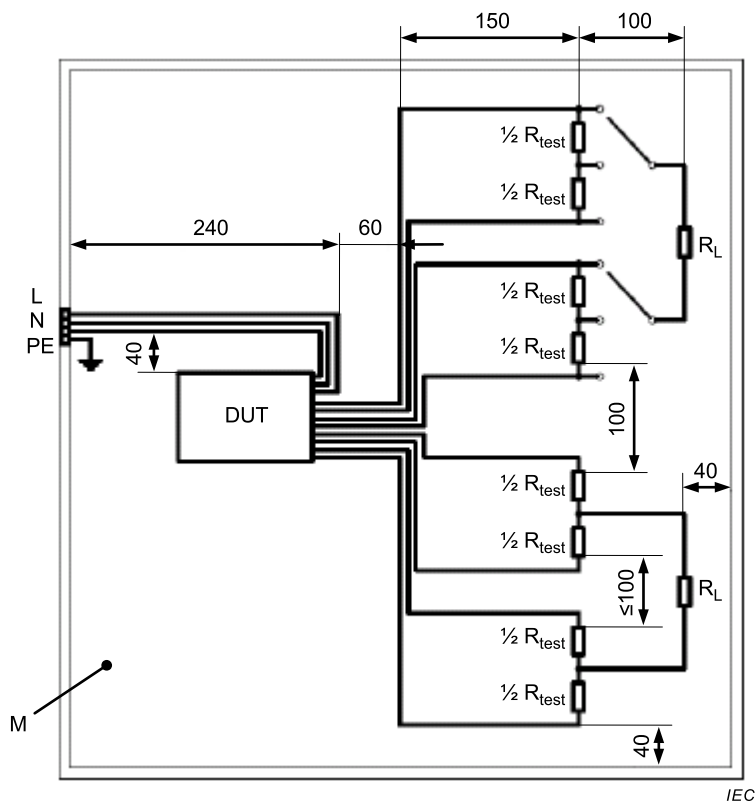
DUT	appareillage en essai	M	plaque de métal
D	lampe fictive	a	longueur de la lampe
C	matériau isolant	W1...m	circuit de substitution pour la cathode (= filament) 1...m
I_{nn}	courants tels qu'indiqués à la Figure 3		

Figure F.2 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant des lampes fluorescentes à deux culots

F.4 Montage de circuit d'un appareillage électronique à une seule et plusieurs lampes pour lampes fluorescentes à culot unique

La Figure F.3 présente le montage d'essai pour des appareillages électroniques utilisant simultanément une ou deux lampes fluorescentes compactes.

Dimensions en millimètres



Légende

M plaque de métal, 1 mm d'épaisseur

DUT appareillage en essai

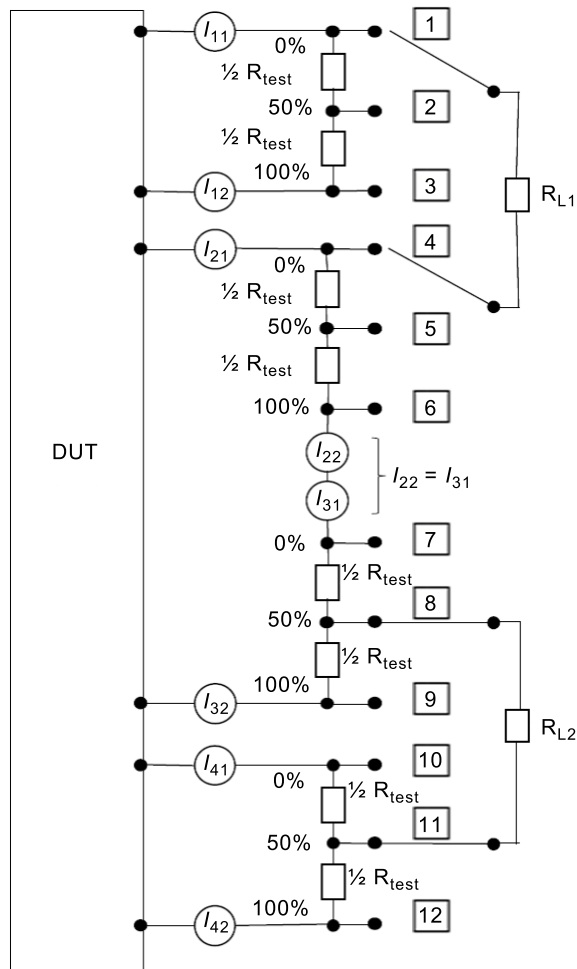
R_l résistance de substitution de la lampe

Voir également Figure 3.

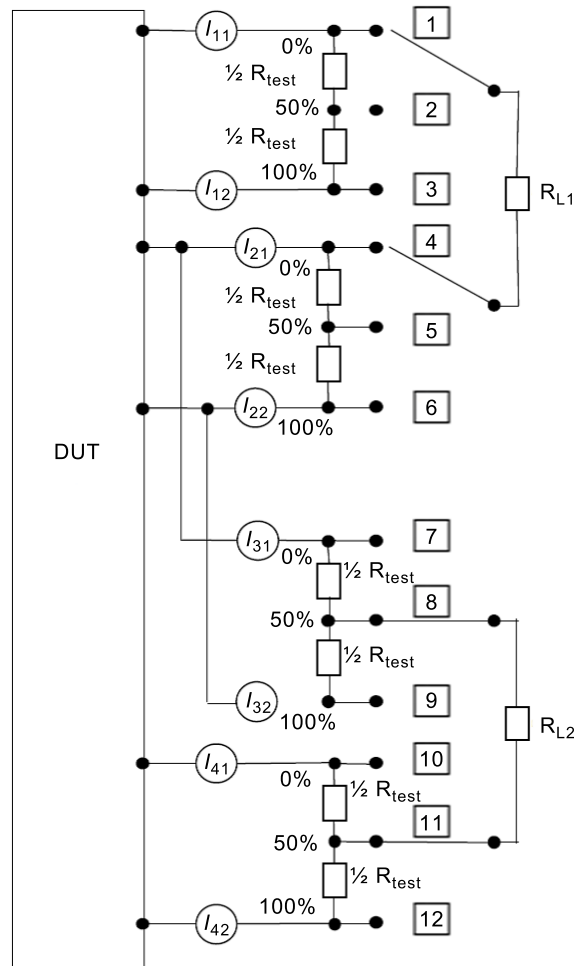
Figure F.3 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique utilisant une ou deux lampes fluorescentes à culot unique

F.5 Montage de circuit pour la connexion de deux lampes en série

La Figure F.4 présente le montage de circuit d'essai pour la connexion de deux lampes en série. Il est défini selon Figure F.4a ou Figure F.4b avec la méthode de connexion d'un filament commun.



**Figure F.4a – Filament commun
connecté en série**



**Figure F.4b – Filament commun
connecté en parallèle**

Légende

DUT	appareillage en essai
R_{L1}, R_{L2}	résistance de substitution de la lampe
1...6, 7...10	positions du commutateur

Figure F.4 – Montage d'essai classique pour appareillage électronique avec connexion de deux lampes en série

Annexe G (informative)

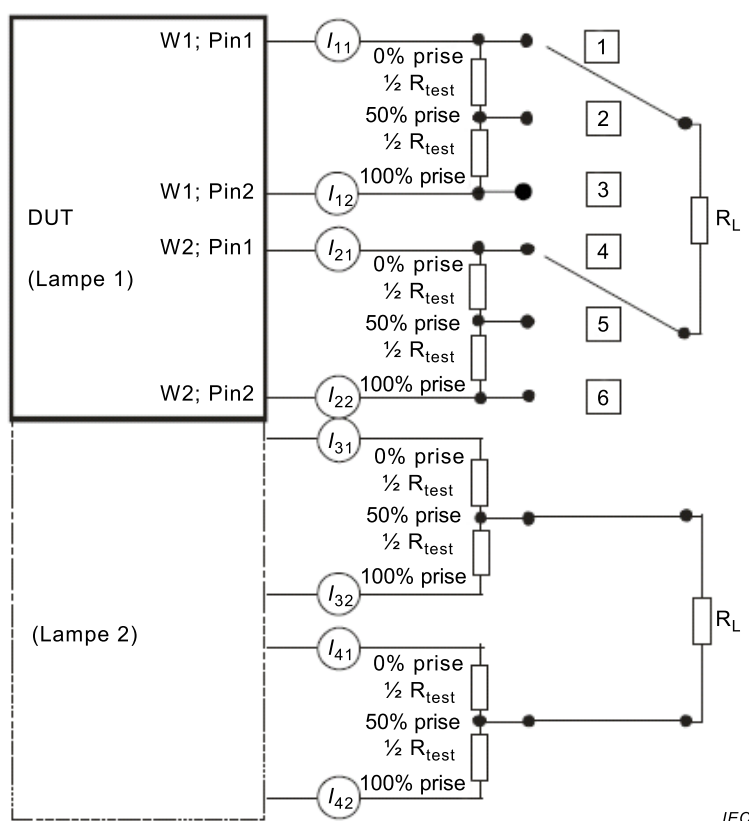
Exemple d'essai SoS-CV avec vue schématique

G.1 Liste des essais nécessaires

Dans l'Annexe G, la transformation des données mesurées est réalisée au moyen de l'équation appropriée issue des feuilles de caractéristiques de la lampe de la CEI, l'analyse étant réalisée en présentant les résultats obtenus sous forme de schémas. Le Tableau I.1 présente une vue d'ensemble des essais nécessaires sur un exemple. La Figure I.1 présente le circuit correspondant.

Tableau G.1 – Liste des essais nécessaires

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}
Vérifier CV par rapport à CV_{min} à 10 % I_{essai}
Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 30 % I_{essai}
Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % I_{essai}



Légende

1...6 positions de commutateurs

Wx;Piny borne de l'appareillage pour la cathode x, fil conducteur y.

Voir également Figure 3.

Figure G.1 – Exemple de montage de circuit d'essai reflétant les mesures nécessaires du Tableau G.1

G.2 Formulaire (exemple) d'enregistrement des valeurs mesurées d'un appareillage électronique à gradation continue avec des lampes FDH-54-G5-L/P-16/1150

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage à gradation continue selon la Figure F.2 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{essai}	A	0,480
$I_{\text{D,min}}$	A	0,050
$I_{\text{D,max}}$	A	0,380
CV_{max}	V	4,35
I_{LHmax}	A	0,670
CV_{min} à 10 % I_{essai}	V	3,20
SoS_{min} à 30 % I_{essai}	A2	0,282
SoS_{min} à 60 % I_{essai}	A2	0,154
R_{essai1}	Ω	7,5
R_{essai2}	Ω	8,5
R_{L10min}	Ω	3 000
R_{L10max}	Ω	5 600
R_{L30}	Ω	1 100
R_{L60}	Ω	470

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}					
I_D	A	0,050		0,144	0,288
R_L	Ω	3 000	5 600	1 100	470
R_{essai}	Ω	8,5			
Commutateurs W1-W8: prise 50 %					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
I_{51}	A				
I_{52}	A				
I_{61}	A				
I_{62}	A				
I_{71}	A				
I_{72}	A				
I_{81}	A				
I_{82}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Vérifier CV par rapport à CV _{min} à 10 % de I _{Essai}			
I _D	A	0,050	
R _L	Ω	3 000	5 600
R _{essai}	Ω	7,5	
Commutateurs W1-W8: prise 50 %			
CV ₁	V		
CV ₂	V		
CV ₃	V		
CV ₄	V		
CV ₅	V		
CV ₆	V		
CV ₇	V		
CV ₈	V		

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1- W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1- W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 3 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1- W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS_5	A^2					
SoS_6	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 4 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{Essai}						
I_D	A	0,144				
R_L	Ω	1 100				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS_7	A^2					
SoS_8	A^2					

Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % de I_{Essai}		
I_D	A	0,288
R_L	Ω	470
R_{essai}	Ω	7,5
Commutateurs W1-W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
SoS_1	A^2	
SoS_2	A^2	
SoS_3	A^2	
SoS_4	A^2	
SoS_5	A^2	
SoS_6	A^2	
SoS_7	A^2	
SoS_8	A^2	

G.3 Formulaire (exemple) d'enregistrement des valeurs mesurées d'un appareillage électronique en position de gradation à 50 % avec des lampes FDH-54-G5-L/P-16/1150

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage en position de gradation à 50 % selon la Figure F.2 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

FDH-54-G5-L/P-16/1150		
I_{essai}	A	0,480
I_D (50 %)	A	0,240
CV_{max}	V	4,35
$I_{LH\text{max}}$	A	0,670
A	—	96,17
B	—	-1,266
R_L	Ω	(586 calculés) 560 sélectionnés
X'_1	A^2	0,410
Y'_1	A	0,889
SoS_{min} à I_D (calculé)	A^2	0,197
R_{essai1}	Ω	7,5
R_{essai2}	Ω	8,5

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}		
I_D	A	0,240
R_L	Ω	560
R_{essai}	Ω	8,5
Commutateurs W1-W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
I_{51}	A	
I_{52}	A	
I_{61}	A	
I_{62}	A	
I_{71}	A	
I_{72}	A	
I_{81}	A	
I_{82}	A	
CV_1	V	
CV_2	V	
CV_3	V	
CV_4	V	
CV_5	V	
CV_6	V	
CV_7	V	
CV_8	V	

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{11}	A					
I_{12}	A					
I_{21}	A					
I_{22}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W3: 50 % W4: 50 %	W3: 0 % W4: 0 %	W3: 100 % W4: 100 %	W3: 0 % W4: 100 %	W3: 100 % W4: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 3 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W5: 50 % W6: 50 %	W5: 0 % W6: 0 %	W5: 100 % W6: 100 %	W5: 0 % W6: 100 %	W5: 100 % W6: 0 %
I_{51}	A					
I_{52}	A					
I_{61}	A					
I_{62}	A					
SoS_5	A^2					
SoS_6	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 4 par rapport à SoS_{min} à I_D						
I_D	A	0,240				
R_L	Ω	560				
R_{essai}	Ω	7,5				
Commutateurs W1-W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W7: 50 % W8: 50 %	W7: 0 % W8: 0 %	W7: 100 % W8: 100 %	W7: 0 % W8: 100 %	W7: 100 % W8: 0 %
I_{71}	A					
I_{72}	A					
I_{81}	A					
I_{82}	A					
SoS_7	A^2					
SoS_8	A^2					

G.4 Formulaire (exemple) de description des valeurs mesurées d'un appareillage électronique à gradation continue avec deux lampes en série

Des exemples d'enregistrement de valeurs pour un appareillage à gradation continue selon la Figure F.4 sont donnés dans les formulaires suivants. Les champs en gris clair sont les valeurs des résistances de substitution. Les champs en gris foncé sont les valeurs mesurées du courant de broche ou de la tension de cathode.

Vérifier I_D par rapport à I_{LHmax} et CV par rapport à CV_{max}					
I_D	A				
R_L	Ω				
R_{essai}	Ω				
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %					
I_{11}	A				
I_{12}	A				
I_{21}	A				
I_{22}	A				
I_{31}	A				
I_{32}	A				
I_{41}	A				
I_{42}	A				
CV_1	V				
CV_2	V				
CV_3	V				
CV_4	V				
CV_5	V				
CV_6	V				
CV_7	V				
CV_8	V				

Vérifier CV par rapport à CV_{min} à 10 % de I_{essai}			
I_D	A		
R_L	Ω		
R_{essai}	Ω		
Commutateurs W1 à W12: prise 50 %			
CV_1	V		
CV_2	V		
CV_3	V		
CV_4	V		
CV_5	V		
CV_6	V		
CV_7	V		
CV_8	V		

Vérifier SoS de la lampe 1 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{essai}						
I_D	A					
R_L	Ω					
R_{essai}	Ω					
Commutateurs W1 à W8		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_1	A^2					
SoS_2	A^2					

Vérifier SoS de la lampe 2 par rapport à SoS_{min} à 30 % de I_{essai}						
I_D	A					
R_L	Ω					
R_{essai}	Ω					
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %, sauf indication contraire		W1: 50 % W2: 50 %	W1: 0 % W2: 0 %	W1: 100 % W2: 100 %	W1: 0 % W2: 100 %	W1: 100 % W2: 0 %
I_{31}	A					
I_{32}	A					
I_{41}	A					
I_{42}	A					
SoS_3	A^2					
SoS_4	A^2					

Vérifier SoS par rapport à SoS_{min} à 60 % de I_{essai}		
I_D	A	
R_L	Ω	
R_{essai}	Ω	
Commutateurs W1 à W8: prise 50 %		
I_{11}	A	
I_{12}	A	
I_{21}	A	
I_{22}	A	
I_{31}	A	
I_{32}	A	
I_{41}	A	
I_{42}	A	
SoS_1	A^2	
SoS_2	A^2	
SoS_3	A^2	
SoS_4	A^2	

Bibliographie

CISPR TR 30-1:2012, *Test method on electromagnetic emissions – Part 1: Electronic control gear for single- and double-capped fluorescent lamps* (disponible en anglais seulement)

IEC 60050-845:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 845: Eclairage*

IEC 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-4-30, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

IEC 61547, *Equipements pour l'éclairage à usage général – Exigences concernant l'immunité CEM*

Recommandation UIT-T Z.100, *Langage de description et de spécification (SDL)*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch