



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-64-0

DOI: 10.25039/TR.238.2020

TECHNICAL REPORT

Characterization of AC-Driven LEDs for SSL Applications

CIE 238:2020

UDC: 535.24
535.243
535.21

Descriptor: Photometry
Spectrophotometry
Radiometry

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organization devoted to international co-operation and exchange of information among its member countries on all matters relating to the art and science of lighting. Its membership consists of the National Committees in about 40 countries.

The objectives of the CIE are:

1. To provide an international forum for the discussion of all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting and for the interchange of information in these fields between countries.
2. To develop basic standards and procedures of metrology in the fields of light and lighting.
3. To provide guidance in the application of principles and procedures in the development of international and national standards in the fields of light and lighting.
4. To prepare and publish standards, reports and other publications concerned with all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting.
5. To maintain liaison and technical interaction with other international organizations concerned with matters related to the science, technology, standardization and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried out by Technical Committees, organized in six Divisions. This work covers subjects ranging from fundamental matters to all types of lighting applications. The standards and technical reports developed by these international Divisions of the CIE are accepted throughout the world.

A plenary session is held every four years at which the work of the Divisions and Technical Committees is reported and reviewed, and plans are made for the future. The CIE is recognized as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organizations.

LA COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les Pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage. Elle est composée de Comités Nationaux représentant environ 40 pays.

Les objectifs de la CIE sont :

1. De constituer un centre d'étude international pour toute matière relevant de la science, de la technologie et de l'art de la lumière et de l'éclairage et pour l'échange entre pays d'informations dans ces domaines.
2. D'élaborer des normes et des méthodes de base pour la métrologie dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
3. De donner des directives pour l'application des principes et des méthodes d'élaboration de normes internationales et nationales dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
4. De préparer et publier des normes, rapports et autres textes, concernant toutes matières relatives à la science, la technologie et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
5. De maintenir une liaison et une collaboration technique avec les autres organisations internationales concernées par des sujets relatifs à la science, la technologie, la normalisation et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Les travaux de la CIE sont effectués par Comités Techniques, organisés en six Divisions. Les sujets d'études s'étendent des questions fondamentales, à tous les types d'applications de l'éclairage. Les normes et les rapports techniques élaborés par ces Divisions Internationales de la CIE sont reconnus dans le monde entier.

Tous les quatre ans, une Session plénière passe en revue le travail des Divisions et des Comités Techniques, en fait rapport et établit les projets de travaux pour l'avenir. La CIE est reconnue comme la plus haute autorité en ce qui concerne tous les aspects de la lumière et de l'éclairage. Elle occupe comme telle une position importante parmi les organisations internationales.

DIE INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) ist eine Organisation, die sich der internationalen Zusammenarbeit und dem Austausch von Informationen zwischen ihren Mitgliedsländern bezüglich der Kunst und Wissenschaft der Lichttechnik widmet. Die Mitgliedschaft besteht aus den Nationalen Komitees in rund 40 Ländern.

Die Ziele der CIE sind:

1. Ein internationales Forum für Diskussionen aller Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik und für den Informationsaustausch auf diesen Gebieten zwischen den einzelnen Ländern zu sein.
2. Grundnormen und Verfahren der Messtechnik auf dem Gebiet der Lichttechnik zu entwickeln.
3. Richtlinien für die Anwendung von Prinzipien und Vorgängen in der Entwicklung internationaler und nationaler Normen auf dem Gebiet der Lichttechnik zu erstellen.
4. Normen, Berichte und andere Publikationen zu erstellen und zu veröffentlichen, die alle Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik betreffen.
5. Liaison und technische Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen zu unterhalten, die mit Fragen der Wissenschaft, Technik, Normung und Kunst auf dem Gebiet der Lichttechnik zu tun haben.

Die Arbeit der CIE wird durch Technische Komitees geleistet, die in sechs Divisionen organisiert sind. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtanwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind auf der ganzen Welt anerkannt.

Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen berichtet und überprüft werden, sowie neue Pläne für die Zukunft ausgearbeitet werden. Die CIE wird als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Lichttechnik angesehen. Auf diese Weise unterhält sie eine bedeutende Stellung unter den internationalen Organisationen.

Published by the

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
CIE Central Bureau
Babenbergerstrasse 9, A-1010 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87
e-mail: ciecb@cie.co.at
www.cie.co.at



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-64-0

DOI: 10.25039/TR.238.2020

TECHNICAL REPORT

Characterization of AC-Driven LEDs for SSL Applications

CIE 238:2020

UDC: 535.24
535.243
535.21

Descriptor: Photometry
Spectrophotometry
Radiometry

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee (TC) 2-76 of Division 2 "Physical Measurement of Light and Radiation" and has been approved by the Board of Administration and by Division 2 of the Commission Internationale de l'Eclairage. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by all with an interest in excellence in light and lighting. The information provided here is advisory, and not mandatory.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique (TC) 2-76 de la CIE Division 2 "Mesures Physiques de la Lumière et des Radiations" et a été approuvé par le Bureau et Division 2 de la Commission Internationale de l'Eclairage. Le document expose les connaissances et l'expérience actuelles dans le domaine particulier de la lumière et de l'éclairage décrit ici. Il est destiné à être utilisé par tous ceux qui s'intéressent à l'excellence de la lumière et de l'éclairage. Les informations fournies ici sont données à titre indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee (TC) 2-76 der CIE Division 2 "Physikalische Messungen von Licht und Strahlung" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 2 der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument berichtet über den derzeitigen Stand des Wissens und Erfahrung in dem behandelten Gebiet von Licht und Beleuchtung; es ist zur Verwendung durch alle an Licht- und Beleuchtungsqualität Interessierte bestimmt. Die in diesem Dokument gegebenen Informationen sind eine Empfehlung und keine Vorschrift.

Any mention of organizations or products does not imply endorsement by the CIE. Whilst every care has been taken in the compilation of any lists, up to the time of going to press, these may not be comprehensive.

Toute mention d'organisme ou de produit n'implique pas une préférence de la CIE. Malgré le soin apporté à la compilation de tous les documents jusqu'à la mise sous presse, ce travail ne saurait être exhaustif.

Die Erwähnung von Organisationen oder Erzeugnissen bedeutet keine Billigung durch die CIE. Obgleich große Sorgfalt bei der Erstellung von Verzeichnissen bis zum Zeitpunkt der Drucklegung angewendet wurde, besteht die Möglichkeit, dass diese nicht vollständig sind.

The following members of TC 2-76 “Characterization of AC-driven LED products for SSL applications” took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 2 “Physical Measurement of Light and Radiation”.

Authors:

Chou, P.-T. (Chair)

Bergen, T.

Heidel, G.

Jiao, J.

Poppe, A.

Ohno, Y.

Zong, Y.

Chinese Taipei

Australia

Germany

USA

Hungary

USA

USA

Advisors:

Distl, R.

Schakel, M.

Germany

Netherlands

Currently in preview, click buy full version

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Summary | v |
| Résumé | v |
| Zusammenfassung | v |
| 1 Introduction | 1 |
| 1.1 Purpose of the report | 1 |
| 1.2 Concept of AC LEDs | 1 |
| 1.3 Types of AC LED measurement | 1 |
| 1.3.1 Laboratory measurement | 1 |
| 1.3.2 Manufacturer testing | 1 |
| 2 Scope | 2 |
| 3 Terminology | 2 |
| 4 Characteristics of AC LEDs | 3 |
| 4.1 Optical characteristics | 3 |
| 4.2 Electrical characteristics | 4 |
| 4.3 Thermal characteristics | 4 |
| 4.3.1 AC thermal impedance | 4 |
| 4.3.2 AC power dissipation | 5 |
| 5 Operation of AC LEDs | 5 |
| 5.1 Dependence of RMS forward current on temperature | 5 |
| 5.2 Dependence of radiant flux on forward current and temperature | 6 |
| 5.3 Optical properties under AC and DC modes | 7 |
| 5.4 Overshoot protection with external resistor | 9 |
| 6 Measurement conditions of AC LEDs | 9 |
| 6.1 Junction temperature | 9 |
| 6.2 Ambient temperature | 9 |
| 6.3 Operating orientation | 9 |
| 7 Characterization and calibration of measurement systems | 9 |
| 7.1 Electrical instruments | 9 |
| 7.2 Optical measuring instruments | 10 |
| 7.2.1 Broadband detectors | 10 |
| 7.2.2 Spectroradiometers | 10 |
| 7.2.3 Integrating spheres | 11 |
| 7.2.4 Goniophotometer | 12 |
| 8 Characterization and Measurement of AC LEDs | 12 |
| 8.1 Single AC cycle method | 12 |
| 8.1.1 Control of the junction temperature of an AC LED | 13 |
| 8.1.2 Measurement procedures | 13 |
| 8.1.3 Caution for optical measurement instruments | 13 |
| 8.2 Continuous AC cycle method | 14 |
| 8.2.1 General | 14 |
| 8.2.2 Measurement procedures | 14 |
| 8.2.3 Method for determination of instantaneous reference forward current | 15 |
| 8.3 Correction for instantaneous condition | 17 |
| 9 Measurement uncertainty | 18 |
| References | 18 |

CHARACTERIZATION OF AC-DRIVEN LEDs FOR SSL APPLICATIONS

Summary

AC-driven LEDs (AC LEDs) operate on AC power and may be connected directly to a mains supply without the need of any electronics (e.g. LED drivers or control gears) for converting AC power to a constant direct current. Similar to DC-driven LEDs (DC LEDs), accurate measurements of AC LEDs are also difficult due to the high sensitivity of optical and electrical properties of LEDs to their thermal and operating conditions. In addition, forward voltage, current, and junction temperature of an AC LED change rapidly, which makes measurements even more difficult.

This Technical Report provides guidance for optical measurements of AC LEDs, performed at testing laboratories with emphasis on reproducibility and small measurement uncertainty by accurately setting and controlling the junction temperature. The report includes measurement methods, instrumentation, and procedures. The measurement methods and procedures used for optical measurement of AC LEDs are based on a specified junction temperature using either single AC cycle operation or continuous AC operation.

CARACTERISATION DES LED ALIMENTÉES EN COURANT ALTERNATIF POUR LES APPLICATIONS D'ÉCLAIRAGE

Résumé

Les LED alimentées en courant alternatif (LEDs CA) peuvent être branchées directement sur le secteur et n'ont pas besoin des circuits électroniques intermédiaires (e.g. pilotes de LED, ballasts) qui convertissent la puissance alternative en courant continu. Tout comme pour les LEDs à courant continu (LEDs CC), les mesures précises des LEDs CA sont difficiles, en raison de la forte sensibilité de leurs propriétés optiques et électriques à leur température et leurs conditions de fonctionnement. De plus, la tension directe, le courant, et la température de jonction des LEDs CA changent rapidement, ce qui rend les mesures encore plus difficiles.

Ce rapport technique fournit des conseils pour les mesures optiques sur les LEDs CA, réalisées en laboratoire, en mettant l'accent sur la reproductibilité et la réduction des incertitudes de mesure grâce à l'ajustement et au contrôle précis de la température de jonction. Le rapport inclut les méthodes de mesure, l'instrumentation et les procédures. Les méthodes de mesure et les procédures utilisées pour la mesure optique des LEDs CA s'appuient sur une température spécifique de la jonction en utilisant soit un seul cycle alternatif, soit un fonctionnement en alternatif permanent.

CHARAKTERISIERUNG VON WECHSELSTROMBETRIEBENEN LEDs FÜR FESTKÖRPERBELEUCHTUNGS-(SSL-)ANWENDUNGEN

Zusammenfassung

Wechselstrombetriebenen LEDs (AC-LEDs) arbeiten mit Wechselstrom und können direkt an eine Netzversorgung angeschlossen werden ohne die Notwendigkeit der Zwischenschaltung von elektronischen Wandlern (z.B. LED-Treiber oder -Vorschaltgeräte) zur Wandlung des Wechselstroms in einen konstanten Gleichstrom. Ähnlich wie bei gleichstrombetriebenen LEDs (DC-LEDs) sind genaue Messungen von AC-LEDs ebenfalls schwierig aufgrund der großen Empfindlichkeit der optischen und elektrischen Eigenschaften von LEDs hinsichtlich ihrer thermischen und sonstigen Betriebsbedingungen. Hinzu kommt, dass Vorwärtsspannung, Strom und Sperrschichttemperatur einer AC-LED sich schnell ändern, was Messungen noch schwieriger macht.

Dieser technische Bericht liefert einen Leitfaden für optische Messungen von AC-LEDs, die in Testlabors durchgeführt werden, mit besonderem Augenmerk auf Reproduzierbarkeit und