

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Semiconductor devices –**

**Part 5-8: Optoelectronic devices – Light emitting diodes – Test method of optoelectronic efficiencies of light emitting diodes**

**Dispositifs à semiconducteurs –**

**Partie 5-8: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes – Méthode d'essai des efficacités optoélectroniques des diodes électroluminescentes**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-7589-4

**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.**

## CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| FOREWORD.....  | 3  |
| 1 Scope.....   | 5  |
| 2 Normative references .....   | 5  |
| 3 Terms and definitions .....  | 5  |
| 3.1 General terms and definitions .....  | 5  |
| 3.2 Terms and definitions relating to the measurement of the efficiency.....                                 | 6  |
| 4 Measuring methods .....  | 8  |
| 4.1 Basic requirements .....   | 8  |
| 4.1.1 Measuring conditions.....  | 8  |
| 4.1.2 Measuring instruments and equipment.....   | 8  |
| 4.2 Power efficiency ( $\eta_{PE}$ ) measurement.....  | 8  |
| 4.2.1 Purpose.....   | 8  |
| 4.2.2 Measurement procedure .....  | 8  |
| 4.3 External quantum efficiency ( $\eta_{EQE}$ ) measurement .....   | 9  |
| 4.3.1 Purpose.....   | 9  |
| 4.3.2 Measurement procedure .....  | 9  |
| 4.4 Voltage efficiency ( $\eta_{VE}$ ) measurement.....  | 9  |
| 4.4.1 Purpose.....   | 9  |
| 4.4.2 Measurement procedure .....  | 9  |
| 4.5 Internal quantum efficiency ( $\eta_{IQE}$ ) measurement .....   | 10 |
| 4.6 Light extraction efficiency ( $\eta_{LEE}$ ) measurement .....   | 10 |
| 4.6.1 Purpose.....   | 10 |
| 4.6.2 Measurement procedure .....  | 10 |
| 4.7 Measurement sequences .....  | 10 |
| 5 Test report.....   | 11 |
| Annex A (informative) Test example.....  | 12 |
| Bibliography.....  | 18 |
| <br>   |    |
| Figure 1 – Sequences of the efficiency measurements.....   | 11 |
| Figure A.1 – Radiant power and forward voltage as a function of forward current.....                         | 12 |
| Figure A.2 – Power efficiency as a function of forward current .....   | 13 |
| Figure A.3 – Emission spectrum distribution versus wavelength.....   | 13 |
| Figure A.4 – Mean photon energy as a function of forward current.....  | 14 |
| Figure A.5 – External quantum efficiency as a function of forward current.....                               | 14 |
| Figure A.6 – Voltage efficiency as a function of forward current .....                                       | 15 |
| Figure A.7 – Internal quantum efficiency as a function of forward current.....                               | 15 |
| Figure A.8 – Light extraction efficiency as a function of forward current .....                              | 16 |
| Figure A.9 – Optoelectronic efficiencies as a function of forward current: PE, EQE, VE,<br>IQE, and LEE..... | 16 |
| <br>   |    |
| Table A.1 – Summary of test report.....  | 17 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

**Part 5-8: Optoelectronic devices – Light emitting diodes –  
Test method of optoelectronic efficiencies of light emitting diodes**

## 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.

International Standard IEC 60747-5-8 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The text of this International Standard is based on the following documents:

|             |                  |
|-------------|------------------|
| CDV         | Report on voting |
| 47E/637/CDV | 47E/658/RVC      |

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

A list of all parts in the IEC 60747 series, published under the general title *Semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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.**

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

### Part 5-8: Optoelectronic devices – Light emitting diodes – Test method of optoelectronic efficiencies of light emitting diodes

#### 1 Scope

This part of IEC 60747 specifies the terminology and the measuring methods of various efficiencies of single light emitting diode (LED) chips or packages without phosphor. White LEDs for lighting applications are out of the scope of this part of IEC 60747. The efficiencies whose measuring methods are defined in this part are the power efficiency (PE), the external quantum efficiency (EQE), the voltage efficiency (VE), and the light extraction efficiency (LEE). To measure the LEE, the measurement data of the internal quantum efficiency (IQE) is used, whose measuring method is discussed in IEC 60747-5-9<sup>1</sup> and IEC 60747-5-10<sup>2</sup>. The injection efficiency (IE) and the radiative efficiency (RE) are given definitions only.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content shall constitute requirements 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 60747-5-6:2016, *Semiconductor devices – Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes*

---

<sup>1</sup> Under preparation. Stage at the time of publication IEC RPUB 60747-5-9:2019.

<sup>2</sup> Under preparation. Stage at the time of publication IEC RPUB 60747-5-10:2019.

## SOMMAIRE

|   |    |
|---|----|
| AVANT-PROPOS .....  | 21 |
| 1 Domaine d'application .....   | 23 |
| 2 Références normatives .....   | 23 |
| 3 Termes et définitions .....   | 23 |
| 3.1 Termes et définitions généraux .....  | 23 |
| 3.2 Termes et définitions relatifs à la mesure de l'efficacité .....                                      | 24 |
| 4 Méthodes de mesure .....  | 26 |
| 4.1 Exigences de base.....  | 26 |
| 4.1.1 Conditions de mesure .....  | 26 |
| 4.1.2 Instruments et équipements de mesure .....  | 26 |
| 4.2 Mesure de l'efficacité énergétique ( $\eta_{PE}$ ).....   | 26 |
| 4.2.1 But .....   | 26 |
| 4.2.2 Mode opératoire de mesure .....   | 26 |
| 4.3 Mesure de l'efficacité quantique externe ( $\eta_{EQE}$ ) .....                                       | 27 |
| 4.3.1 But .....   | 27 |
| 4.3.2 Mode opératoire de mesure .....   | 27 |
| 4.4 Mesure de l'efficacité de tension ( $\eta_{VE}$ ) .....   | 27 |
| 4.4.1 But .....   | 27 |
| 4.4.2 Mode opératoire de mesure .....   | 27 |
| 4.5 Mesure de l'efficacité quantique interne ( $\eta_{IQE}$ ) .....                                       | 28 |
| 4.6 Mesure de l'efficacité d'extraction de lumière ( $\eta_{LEE}$ ) .....                                 | 28 |
| 4.6.1 But .....   | 28 |
| 4.6.2 Mode opératoire de mesure .....   | 28 |
| 4.7 Séquences de mesure .....   | 28 |
| 5 Rapport d'essai .....   | 29 |
| Annexe A (informative) Exemple d'essai .....  | 30 |
| Bibliographie.....  | 36 |
| <br>  |    |
| Figure 1 – Séquences des mesures d'efficacité .....   | 29 |
| Figure A.1 – Puissance rayonnante et tension directe en fonction du courant direct.....                   | 30 |
| Figure A.2 – Efficacité énergétique en fonction du courant direct.....                                    | 31 |
| Figure A.3 – Distribution de spectre d'émission par rapport à la longueur d'onde.....                     | 31 |
| Figure A.4 – Energie photonique moyenne en fonction du courant direct .....                               | 32 |
| Figure A.5 – Efficacité quantique externe en fonction du courant direct .....                             | 32 |
| Figure A.6 – Efficacité de tension en fonction du courant direct .....                                    | 33 |
| Figure A.7 – Efficacité quantique interne en fonction du courant direct .....                             | 33 |
| Figure A.8 – Efficacité d'extraction de lumière en fonction du courant direct .....                       | 34 |
| Figure A.9 – Efficacités optoélectroniques en fonction du courant direct: PE, EQE, VE,<br>IQE et LEE..... | 34 |
| <br>  |    |
| Tableau A.1 – Résumé du rapport d'essai.....  | 35 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

**Partie 5-8: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes – Méthode d'essai des efficacités optoélectroniques des diodes électroluminescentes**

## 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.

La Norme internationale IEC 60747-5-8 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| CDV         | Rapport de vote |
| 47E/637/CDV | 47E/658/RVC     |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60747, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**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.**



## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

### Partie 5-8: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes – Méthode d'essai des efficacités optoélectroniques des diodes électroluminescentes

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60747 spécifie la terminologie et les méthodes de mesure des efficacités des puces ou des boîtiers de diodes électroluminescentes (DEL) sans phosphore. Les DEL blanches destinées aux applications d'éclairage sont exclues de la présente partie de l'IEC 60747. Les méthodes de mesure de l'efficacité énergétique (PE), de l'efficacité quantique externe (EQE), de l'efficacité de tension (VE) et de l'efficacité d'extraction de lumière (LEE) sont définies dans la présente partie. Pour mesurer le LEE, les données de mesure de l'efficacité quantique externe (IQE) sont utilisées, dont la méthode de mesure est discutée dans l'IEC 60747-5-9<sup>1</sup> et l'IEC 60747-5-10<sup>2</sup>. Concernant l'efficacité d'injection (IE) et l'efficacité radiative (RE), seules leurs définitions sont indiquées.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60747-5-6:2016, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 5-6: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes*

---

<sup>1</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication IEC RPUB 60747-5-9:2019.

<sup>2</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication IEC RPUB 60747-5-10:2019.