



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

ISBN 978-3-902842-70-1

DOI: 10.25039/x49.2022

# **PROCEEDINGS of the CIE Symposium on Advances in Measurement of Temporal Light Modulation**

**October 11, 2022**

**hosted by the National Technical University of Athens,  
Greece**



**Institute of Communication  
& Computer Systems**  
National Technical  
University of Athens



**CIE x049:2022**

---

## 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 seven 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 sept 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 sieben 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 Beleuchtung 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'Éclairage  
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-70-1

DOI: 10.25039/x49.2022

# PROCEEDINGS of the CIE Symposium on Advances in Measurement of Temporal Light Modulation

October 11, 2022

hosted by the National Technical University of Athens,  
Greece



Institute of Communication  
& Computer Systems  
National Technical  
University of Athens



**CIE x049:2022**

---

### International Scientific Committee

Tony Bergen (Chair)	AU	Photometric Solutions International, Director D2
Costis Bouroussis (Co-Chair)	GR	National Technical University of Athens, Greece
Dong-Hoon Lee	KR	KRISS, Secretary D2
Cherry Li	CN	EVERFINE Institute of Optoelectronics
Paul Dekker	NL	VSL, The Netherlands
Anders Thorseth	DK	Technical University of Denmark

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.

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 CIE Central Bureau at the address below.

CIE Central Bureau  
Babenbergerstrasse 9  
A-1010 Vienna, AUSTRIA  
Tel: +43(1)714 31 87  
e-mail: [ciecb@cie.co.at](mailto:ciecb@cie.co.at)

[www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)

© CIE 2022 - All rights reserved

The following table provides an overview of the oral presentations presented at the symposium, for which full papers have been submitted for these proceedings. The papers are listed in consecutive order of presentation.

The papers have not been peer-reviewed. The authors are responsible for the contents of their papers.

<b>Presentations</b>			Page
P03	Zong, Y. and Miller, C.C.	EVALUATION OF DATA ACQUISITION SYSTEMS FOR MEASUREMENT OF TEMPORAL LIGHT MODULATIONS	1
P04	Li, Q., Ma, S., Song, L., Pan, J.	CHARACTERIZATION OF KEY PERFORMANCE OF TLM MEASUREMENT INSTRUMENTS	7
P05	Martinsons, C.	IMPLEMENTING LOCK-IN DETECTION IN PHOTOMETRY AND SPECTRORADIOMETRY USING TEMPORAL LIGHT MODULATION	15
P06	Coyne, S. and Ohno, Y.	IEA 4E SSL ANNEX INTERLABORATORY COMPARISON OF MEASUREMENTS OF TEMPORAL LIGHT MODULATION – PLAN	25
P07	De Causmaecker, L., Mentens, A., Aerts, S., Vanschoenwinkel, B., Moortgat, R., Van den Bossche, P., Jacobs, V.A.	DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM TO EVALUATE THE IMPACT OF ARTIFICIAL LIGHT MODULATION ON INSECTS	31
P08	Chen, C., Chen, Y., Li, Q., Pan, J.	FIELD MEASUREMENT OF TLM QUANTITIES IN LIGHTING SCENARIOS	40
P10	Koch, R. and Zuber, R.	ANTI-ALIASING FILTER EFFECTS ON SAMPLING FREQUENCY AND EFFECTS OF MATHEMATICAL IMPLEMENTATION	46
P11	Dam-Hansen, C., Coyne, S., Isoardi, G., Ohno, Y.	MINIMISING THE UNCERTAINTIES IN THE CALCULATION OF STROBOSCOPIC EFFECT VISIBILITY MEASURE	54
P13	Tan, J, Leon, F.A., Miller, N.J.	IMPACT OF SAMPLING RATE ON FLICKER METRIC CALCULATIONS	63