

Título del trabajo/ Title of paper

PROYECTO EUROPEO, Programa EMPIR, 19NRM02 RevStdLED
Revisión y ampliación de normativa sobre métodos de medida de
lámparas led, luminarias y módulos

Autor/es/ Author/s

Teresa Molina-Jiménez, Elena Sanjuán Sánchez, Francisco Faus Talavera, Estela Valero Villar; candelTEC S.L., Spain
Armin Sperling, Johannes Ledig; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany
Ville Mantela, Yasaman Rezazadeh, Erkki Ikonen; Aalto-korkeakoulusäätiö sr, Finland
Jimmy Dubard, Laboratoire national de métrologie et d'essais, France
Şenel Yaran, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Arastırma Kurumu, Türkiye
Joaquín Campos, Alejandro Ferrero; Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Óptica (IO-CSIC), Spain
Olivier Pellegrino, Instituto Português da Qualidade, I.P., Portugal
Anders Thorset, Danmarks Tekniske Universitet, Denmark
Klaus Trampert, Karlsruher Institut für Technologie, Germany
Mykola Huriev, National Scientific Centre Institute of Metrology, Ukraine
Steffen Görlich, Jeti GmbH, Germany
Pieter du Toit, National Metrology Institute of South Africa, South Africa
Udo Krüger, TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH, Germany

Empresa/s Company/s

candelTEC S.L.

Dirección principal/ Mail address

Polígono Industrial L'Horta Vella. Calle 8, nave 6
46117 Bétera (València)

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail address of the contact person

Teléfono: 960079566
tmolina@candeltec.es; esanjuan@candeltec.es

Tema:

Normativa, Legislación, Calibración y Certificación

XLIX Simposium Nacional de Alumbrado

Huesca, 10 al 12 de Mayo del 2023

Ponencia



Con el fin de mantener un misma identidad gráfica en el soporte digital, memoria USB, que se va a editar con motivo del Simposium Nacional de Alumbrado, les rogamos mantengan los márgenes de página, así como los estilos y tamaños de letra que ya vienen preestablecidos en esta plantilla. Así mismo, los datos, la clasificación y el contenido tienen que mantenerse acorde con el abstract aprobado.

Una vez tengan el proyecto finalizado, nos lo deberán enviar por correo electrónico a la dirección cei.secretaria@ceisp.com

Please, write your papers in word format in the attached pattern.

We beg you to follow the format of the papers established in this pattern related to margins, type and size of letters, in order to make a pen drive edition without differences among the papers edited. Likewise, the data, classification and content must be kept in line with the approved abstract.

Once you have written your paper please send it by e-mail to:

cei.secretaria@ceisp.com

Revisión y ampliación de normas sobre métodos de ensayo de lámparas, luminarias y módulos LED

Revision and extension of standards for test methods for LED lamps, luminaires and modules



A Joint Research Project within the European Metrology Research Programme EMPIR.

<https://www.ptb.de/empir2020/revstdled/>

Resumen

Los productos de iluminación basados en tecnología LED son las fuentes de luz de más rápida evolución en el mercado para la iluminación general en áreas urbanas o en interiores. Estos incluyen no solo fuentes de luz blanca, sino también fuentes de luz de color y fuentes multicolor, sintonizables o no.

Debido a las peculiaridades espectrales y geométricas de estas fuentes de color, las mediciones trazables al Sistema Internacional de las fuentes de luz basadas en LED plantean dificultades adicionales respecto de las lámparas de filamento de tungsteno tradicionales o las fuentes de luz fluorescente. Aunque existen métodos de ensayo trazables, aún no se han considerado completamente determinados aspectos metrológicos importantes para su aplicación práctica.

Por ejemplo, aún no se ha resuelto por completo la metodología más adecuada para la evaluación de la incertidumbre en la medida de magnitudes integrales: magnitudes fotométricas o colorimétricas obtenidas a partir de la medida de la distribución espectral de la fuente.

Otro tema sin resolver es la determinación de las condiciones de medida, así como el proceso de cálculo de incertidumbres, para las mediciones de luminancia obtenidas a partir de dispositivos basados en la captación y procesado de imágenes (ILMD, Image Luminance Measurement Device).

Este proyecto desarrolla su actividad en estas líneas de trabajo, desarrollando procedimientos validados y pautas de buenas prácticas para laboratorios de ensayo, contribuyendo a las próximas revisiones de las normas CIE S 025:2015, ISO/CIE 19476:2014 y EN 13032-4.

Consortio

El consorcio que desarrolla este proyecto está liderado por PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) e incluye institutos nacionales de metrología (INM, en adelante NMI según sus siglas en inglés), universidades e institutos de investigación, además de tres empresas privadas. Adicionalmente se cuenta con el apoyo de dos empresas y un centro de metrología, como colaboradores del proyecto.

XLIX Simposium Nacional de Alumbrado

Huesca, 10 al 12 de Mayo del 2023

Ponencia



Socios del proyecto RevStdLED:

[PTB](#), Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany.

[Aalto](#), Metrology Research Institute, Aalto University, Finland.

[CSIC](#), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Óptica (IO-CSIC), Spain.

[IPQ](#), Instituto Português da Qualidade, I.P., Portugal.

[LNE](#), Laboratoire national de métrologie et d'essais, France.

[TUBITAK](#), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Arastırma Kurumu, Türkiye.

[DTU](#), Danmarks Tekniske Universitet, Denmark.

[KIT](#), Karlsruher Institut fuer Technologie, Germany.

[NSC-IM](#), National Scientific Centre Institute of Metrology, Ukraine.

[candelTec](#), candelTEC S.L., Spain.

[JETI](#), JETI Technische Instrumente GmbH, Germany.

[NMISA](#), National Metrology Institute of South Africa, South Africa.

[TechnoTeam](#), TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH, Germany.

Colaboradores del proyecto:

[METAS](#), Federal Institute of Metrology, Suiza

[LMT](#), LICHTMESSTECHNIK GMBH, Alemania

[Instrument Systems](#), Instrument Systems Optische Messtechnik GmbH, Alemania

El proyecto obtiene financiación del programa EMPIR para los NMI pertenecientes a países asociados, tres de los socios reciben financiación ajena al programa EMPIR, las tres empresas privadas participantes, así como el NMI de Sudáfrica, desarrollan su actividad en el proyecto sin financiación pública, con sus propios medios.

Socios del proyecto



Colaboradores



Origen del proyecto y objetivos técnicos planteados

La fiabilidad y la validez de las especificaciones de cualquier producto de iluminación son de gran importancia tanto para sus usuarios como para fabricantes, distribuidores e instaladores. Esta confianza solo se puede obtener si los laboratorios de ensayo y calibración pueden proporcionar resultados trazables al Sistema Internacional de Pesos y Medidas (SI), de forma que se satisfagan tanto los requisitos de la industria como los de los usuarios, para cada aplicación. Esto aplica tanto a la caracterización de productos (fotométrica o colorimétrica) como a la calibración de equipos de medida. En ambos casos, la determinación de las incertidumbres de medida es esencial.

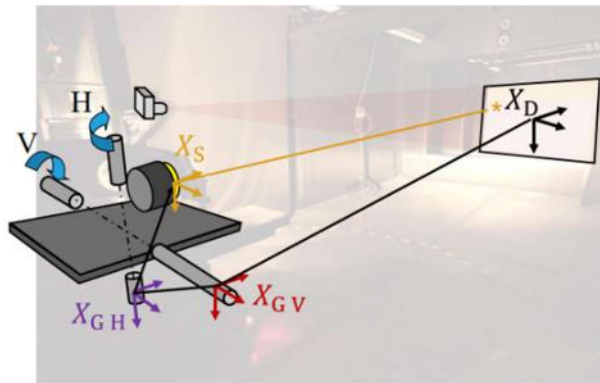


En la medición de parámetros de las fuentes, módulos y luminarias LED, las declaraciones sobre el cálculo de incertidumbres ya se convirtieron en obligatorias en los primeros estándares aceptados a nivel mundial (CIE S 025:2015 y EN 13032-4) sobre procedimientos de ensayo para estos productos, y fueron publicados por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y el Comité Europeo de Normalización (CEN). Estos estándares necesitan ser completados para contemplar determinados casos en los que la evaluación de la magnitud y su incertidumbre asociada no estaban definidos en el momento de publicación de las anteriores normativas. Este es el caso de dos aplicaciones concretas, dos temas de investigación que han sido identificados por la CIE como prioritarios, que se abordan en este proyecto: la medida de luminancia mediante ILMD y las obtención de magnitudes integrales a partir de medidas espectrales.

El objetivo general del proyecto es ofrecer métricas y procedimientos de ensayo, así como orientación sobre cuestiones metrológicas, todo ello facilitando que los estándares de ensayo CIE y CEN existentes para fuentes de luz basadas en tecnología LED sean aplicables por los laboratorios de ensayo.

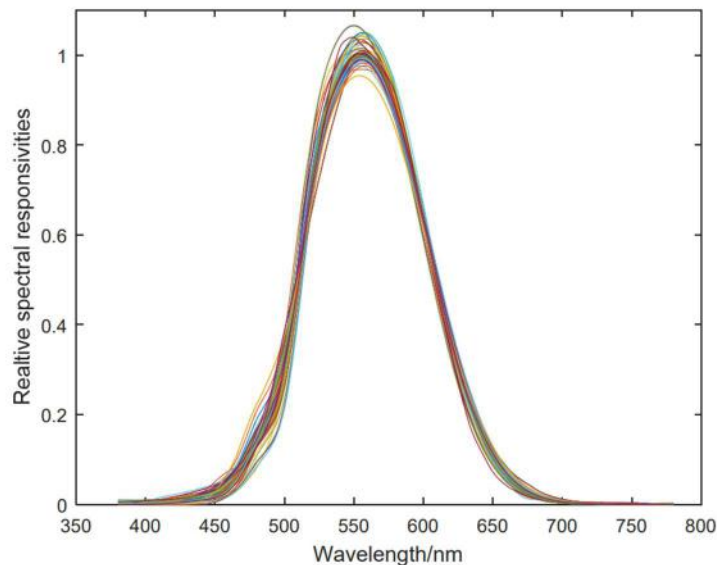
Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Desarrollar una estrategia para la evaluación, validación y trazabilidad de distribuciones de luminancia e intensidad luminosa (resueltas espacial y angularmente) de lámparas, luminarias y módulos LED, medidas con ILMD, incluyendo el proceso de determinación de incertidumbres, así como ejemplos de cálculo de incertidumbres y aplicación de la metodología desarrollada. Los resultados serán trasladados a la nueva versión de la norma CIE S 025:2015.

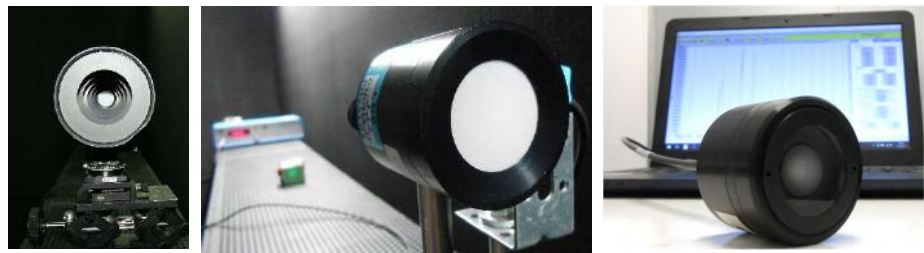


Sistema de medición de distribución de intensidad luminosa empleando ILMD en el Light Technology Institute (LTI) del Karlsruhe Institute of Technology (KIT). [M Katona *et al*, 2022]

2. Desarrollar metodologías para la estimación de magnitudes y cálculo de incertidumbres de:
 - a. Magnitudes integrales obtenidas a partir de medidas espectrales, analizando toda la cadena de trazabilidad; se realizará una intercomparación para la determinación de las magnitudes integrales.
 - b. Magnitudes integrales obtenidas a partir de mediciones realizadas con sensores equipados con filtros de color.
 - c. Evaluación de una propuesta alternativa al parámetro f_1' como indicador de calidad de un detector en la evaluación del desajuste de su sensibilidad espectral, para su uso en la medida de fuentes LED.



Responsividad espectral de 77 fotodetectores [Ferrero, A., Thorseth A. 2021]



Tres modelos de fotodetectores

Los resultados se remitirán a los comités técnicos que analizan la revisión y posible extensión de las normas CIE S 025:2015 y EN 13032 4. Se analizará especialmente el caso de las calibraciones de equipos que empleen como fuente de referencia el nuevo LED cuya distribución espectral se ha publicado en la CIE 15:2018.

3. Proponer una métrica armonizada para comparar distribuciones de intensidad luminosa obtenidas mediante el empleo de diferentes tipos de goniofotómetros trabajando tanto en campo lejano como en campo cercano. Se incluirá la definición de los intervalos de tolerancia aceptables y el cálculo de incertidumbres aplicables a cada configuración de medida. El modelo definido se validará mediante una intercomparación entre los socios.

4. Contribuir a la revisión de CIE S 025:2015 / EN 13032-4 a través de CIE División 2, CEN/TC 169 e IEC TC 34. Los resultados deben tener un formato que pueda incorporarse a los estándares lo antes posible y ser comunicado a la comunidad que trabaja en normalización así como a los usuarios finales. Para promover la adopción de los resultados por parte de los usuarios finales, se hará partícipe de los resultados a los fabricantes de fuentes basadas en tecnología LED.

Resultados del proyecto

Evaluación, validación y análisis de la trazabilidad de distribuciones de luminancia e intensidad luminosa resueltas espacial y angularmente

En las primeras etapas del proyecto se identificaron, entre los socios, más de treinta aplicaciones concretas en las que se emplean ILMDs para la realización de medidas de luminancia o distribuciones de luminancia. Esto ha permitido identificar requisitos metrológicos para la medida de luminancia con estos equipos, incluyendo condiciones y requisitos de ensayo, así como el rango de incertidumbres deseables en los resultados, según el tipo de medición a realizar.

Paralelamente, y con la participación del consorcio, el CIE TC 2-86 está revisando informes sobre evaluación de deslumbramiento y el CIE TC 2-95 está reuniendo una lista de aplicaciones relacionadas con la medición de luz molesta; ambos dominios incluyen también medidas con ILMD.

En mayo de 2021, CIE publicó el informe técnico CIE 244:2021 “Caracterización de dispositivos de medición de luminancia basados en análisis de imágenes (ILMD)”, en el que miembros del consorcio habían contribuido como autores. Los 21 índices de calidad definidos en este documento describen el comportamiento de un ILMD con respecto a varios parámetros de medición.

Con todo ello, para cada aplicación identificada, los socios elaborarán ahora los índices de calidad más importantes para ILMD, basándose en los ya identificados por la CIE 244:2021, y se utilizarán en el curso posterior del proyecto para determinar las condiciones a aplicar en los procedimientos de calibración de estos equipos, con la correspondiente evaluación de incertidumbres.

Se desarrolló (y se está evaluando) un método para investigar la no linealidad de la señal dentro de diferentes rangos de medición del ILMD (con variaciones espaciales, en diferentes zonas de la imagen, así como temporal, considerando los diferentes tiempos de integración en la captura de las imágenes), en un rango de luminancia muy amplio, de más de seis órdenes de magnitud. La evaluación de la linealidad de diferentes modelos ILMD indica claramente que la saturación característica (es decir, con baja luminancia y, por lo tanto, largos tiempos de integración) se debe al modo de acumulación del detector y está dominada por la curva I-V del propio sensor. Los resultados se presentaron en la CIE Midterm Conference 2021 y se están utilizando para encontrar un modelo adecuado para la caracterización completa del producto en un amplio rango de luminancias, yendo más allá de la dependencia lineal del tiempo de integración como se supone en CIE 244:2021 y CIE 237: 2020.

En resumen, se ha desarrollado un modelo general para la evaluación de dispositivos ILMD basado en el análisis de señal en crudo, es decir, datos sin procesar, y actualmente se discute con respecto a su uso en las diferentes aplicaciones de los ILMD.

Directrices sobre la estimación y la incertidumbre del desajuste espectral de los sensores y las cantidades integrales obtenidas de las mediciones espectrales

Los fotómetros, es decir, los medidores de iluminancia y luminancia, son dispositivos metrológicos empleados en diferentes aplicaciones relacionadas con la iluminación y la señalización luminosa, siendo utilizados por una amplia gama de profesionales, desde diseñadores hasta electricistas, para evaluar el cumplimiento de requisitos de productos e instalaciones. Estos medidores, que deben estar adecuadamente calibrados, suelen incluir errores significativos que no se pueden pasar por alto, que suelen tener mayor peso en la medición de lámparas basadas en tecnología LED. Hablamos de la desviación en la sensibilidad espectral de la respuesta del sensor empleado, comparada con la eficiencia espectral estandarizada del ojo humano.

Para estimar el desajuste espectral de la respuesta de los fotómetros, se utiliza actualmente el llamado índice $f1'$ (definido en ISO/CIE 19476:2014 según EN 13032-4). Sin embargo, se considera que la métrica (la ecuación matemática para determinar $f1'$), puede no ser la más adecuada para las fuentes de luz LED. Por lo tanto, debe estudiarse si se debe desarrollar un nuevo índice de desajuste para espectros de referencia de LED recientemente definidos y si será aplicable para LED de colores (lo que se contemplaría en la revisión de ISO/CIE 19476:2014, CIE S 025:2015 y EN 13032- 4).

Para analizar este tema, se preparó un documento sobre la posibilidad de desarrollar este índice de desajuste espectral complementario para las fuentes de luz LED, que también analiza el impacto potencial en las aplicaciones existentes y el cálculo de la incertidumbre de medición. Este documento se publicó en la reunión intermedia de la CIE en septiembre de 2021. Como condición de contorno importante para el índice de desajuste espectral complementario, se eligió la distribución espectral propuesta para la fuente de luz a utilizar definida en el proyecto EMPIR 15SIB07 PhotoLED y por CIE TC 2-90. El estado actual de este trabajo se ha trasladado a la redacción DR 2-89 sobre la "Definición de un índice general complementario de desajuste $V(\lambda)$ ", que tiene como objetivo la revisión de las normas CIE 19476:2014(E) y CIE S 025/E:2015, y al Comité Técnico TC 2-96, que tiene como objetivo la revisión de ISO/CIE 19476. Estos dos comités están presididos por miembros del consorcio del proyecto y ambos se establecieron dentro de la División 2 de CIE a principios de 2021.

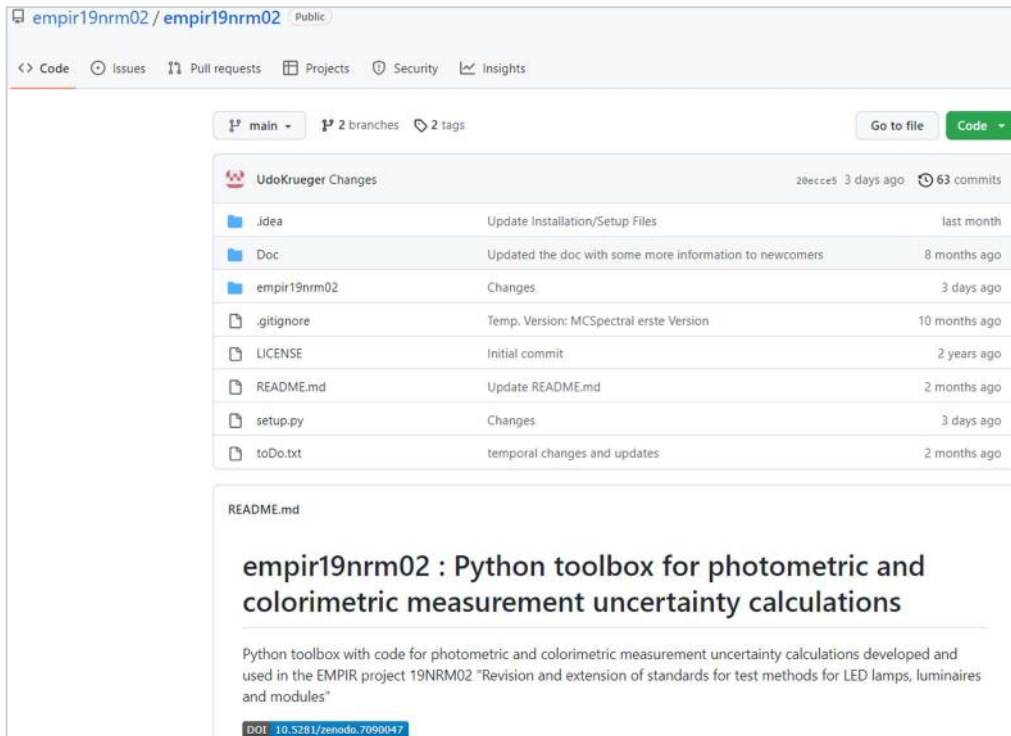
Los resultados de las investigaciones sobre el índice de desajuste se resumen en actas de congresos y publicaciones científicas (Ferrero & Thorseth A, 2021), (Krüger et al. 2021), y (Krüger et al. 2022).

En conclusión, el resultado inesperado obtenido es que prácticamente no habrá ningún beneficio al redefinir la métrica del índice de desajuste espectral general $f1'$, salvo que como fuente de calibración se emplee el iluminante L41 definido en el proyecto PhotoLED). Los resultados se han resumido en un informe publicado en la página web de EURAMET y la recomendación se ha remitido oficialmente a CIE a través de la redacción DR 2-89.

Para el cálculo de cantidades integrales es esencial la consideración de las correlaciones (a menudo complejas) entre los datos medidos de una distribución espectral. Con el objetivo de armonizar los diferentes enfoques de los INM, que

generalmente no tienen en cuenta las correlaciones en su análisis, se han preparado en el proyecto una serie de informes y tutoriales internos sobre el tratamiento de las incertidumbres de medida mediante simulaciones, empleando métodos de cálculo de Montecarlo. También se han desarrollado programas (en Python) para el análisis de las correlaciones. Los programas desarrollados se han compartido dentro del consorcio para su evaluación y validación.

Se eligió Python como herramienta software para determinar la incertidumbre de las mediciones, ya que es un software de código abierto que ya proporciona bibliotecas que incluyen muchos módulos útiles para incorporar correlaciones en la incertidumbre de la medición. Estas bibliotecas y las herramientas de software proporcionadas por el consorcio para el análisis de datos de medición, incluido el tratamiento de correlaciones, se actualizarán continuamente durante el proyecto y se pueden encontrar en la plataforma de desarrollo GitHub (ver: GitHub - empir19nrm02/empir19nrm02).



empir19nrm02 / empir19nrm02 Public

<> Code Issues Pull requests Projects Security Insights

main 2 branches 2 tags Go to file Code

UdoKrueger Changes 20ecce5 3 days ago 63 commits

File	Commit Message	Time Ago
.idea	Update Installation/Setup Files	last month
Doc	Updated the doc with some more information to newcomers	8 months ago
empir19nrm02	Changes	3 days ago
.gitignore	Temp. Version: MCSpectral erste Version	10 months ago
LICENSE	Initial commit	2 years ago
README.md	Update README.md	2 months ago
setup.py	Changes	3 days ago
toDo.txt	temporal changes and updates	2 months ago

README.md

empir19nrm02 : Python toolbox for photometric and colorimetric measurement uncertainty calculations

Python toolbox with code for photometric and colorimetric measurement uncertainty calculations developed and used in the EMPIR project 19NRM02 "Revision and extension of standards for test methods for LED lamps, luminaires and modules"

DOI: 10.5281/zenodo.7099047

Pantalla de inicio de GitHub empir19nrm02/empir19nrm02

Para compartir la información entre los interesados en el proyecto, se publicó en el área de descargas de la página web del proyecto un informe resumido sobre las estrategias de calibración actuales y futuras de los NMI y DI (Institutos Designados).

Actualmente se está desarrollando una guía de Buenas Prácticas (GPG) para laboratorios de calibración, que incluye los modelos de evaluación como base para una correcta evaluación de incertidumbres. A partir de la ecuación física para la magnitud que se evalúa, se desarrollan los requisitos mínimos para la configuración del experimento, junto con los requisitos de la incertidumbre de medida.

Para establecer un vínculo sólido entre los resultados de este proyecto y CIE, se nombró a un miembro del consorcio del proyecto para presidir el nuevo comité técnico CIE TC2-97, aceptado y establecido en mayo de 2022, con el objeto de revisar la norma CIE CIE S 025. Además, se logró que la revisión de las normas CEN EN 13032-4, que se basa en la CIE S 025, se detenga hasta que la revisión de la CIE S 025 esté próxima a ser

definitiva. Esto es importante para garantizar que tanto el CIE S 025 internacional como el EN 13032-4 europeo permanezcan armonizados.

En la primavera de 2022, se estableció un grupo de trabajo a nivel de Gerencia de División de CIE, que incluye la Junta de División 2 de CIE, miembros del Consorcio de 19NRM02 RevStdLED y el Presidente del TC responsable de CIE S 025, para estructurar el trabajo en CIE sobre cómo hacer que la evaluación de la incertidumbre en CIE S 025 sea útil para todos.

Para comparar los resultados de las cantidades fotométricas integrales medidas en los laboratorios asociados, teniendo en cuenta las correlaciones, se ha redactado un protocolo técnico para una intercomparación y se ha elaborado un conjunto de fuentes de luz basadas en LED (dos estándares de intensidad luminosa de LED, tres estándares de luminancia de color y uno blanco). La comparación se inició a finales de 2021 y está en sus etapas finales de análisis.

Métrica armonizada para la distribución de la intensidad luminosa

Como requisito previo para describir las distribuciones espaciales de la luz, se desarrolló un modelo de dependencias geométricas de un goniómetro genérico y se presentó en la reunión de NEWRAD (junio de 2021) y en la reunión CIE de septiembre de 2021. En este modelo, los sistemas de coordenadas y las relaciones entre la posición del goniómetro, la fuente y el detector se describen mediante los parámetros de Denavit Hartenberg (DH). La propagación de las incertidumbres geométricas, incluidas las correlaciones, se realiza mediante la transformación consecutiva de los sistemas de coordenadas de la fuente y el receptor en relación con un sistema de coordenadas del dispositivo.

Los resultados finales del análisis geométrico para el caso de las mediciones LID basadas en ILMD utilizando simulaciones de Montecarlo se presentaron y publicaron como un artículo en la serie de conferencias del Journal of Physics (ver: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2149/1/012015>).

Comunicación de los resultados del proyecto

El proyecto dispone de una página web en la que se vuelcan periódicamente datos, noticias o resultados publicables del mismo: <https://www.ptb.de/empir2020/revstdled>.

Es necesario considerar que uno de los principales destinatarios de los resultados del proyecto es CIE como organismo normalizador, y que el proyecto se centró en el establecimiento de grupos y comités técnicos en CIE bajo el liderazgo de socios y colaboradores de este proyecto. Además, varios miembros y colaboradores del consorcio también son miembros de los comités pertinentes de los organismos nacionales de normalización y, por lo tanto, promueven la difusión de los resultados del proyecto a los organismos correspondientes en ISO y CEN a través de representantes nacionales.

Los principales resultados del proyecto se han presentado en diferentes congresos y conferencias internacionales, así como en publicaciones científico técnicas en diferentes revistas. El listado de publicaciones se actualiza periódicamente en la siguiente dirección: <https://www.euramet.org/repository/research-publications-repository-link/>

Se han programado algunas actividades finales de formación:

- 23 y 24 de mayo de 2023 en PTB, Alemania, sobre **caracterización y calibración de ILMD**.

El triunfo de las cámaras digitales utilizadas para la fotografía 2D allanó el camino para las cámaras metrológicas, los llamados dispositivos de medición de luminancia basados en imágenes (ILMD), que se utilizan para medir las distribuciones 2D de luz de una fuente u objetos iluminados. Este proyecto proporcionará, por primera vez, procedimientos de calibración que permitirán mediciones completamente trazables en aplicaciones seleccionadas. Así, permitirá la entrada de esta innovadora tecnología de medición en la metrología de precisión.

- 24 de julio de 2023, on-line, sobre la **determinación de incertidumbres a partir de datos espectrales correlacionados**.

Desde la adopción de la Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM), la determinación fiable de las incertidumbres es un aspecto principal de la metrología científica. Diferentes publicaciones técnicas abordan la evaluación de incertidumbres en diferentes campos y aplicaciones técnicas. En concreto, en fotometría, podemos tomar como referencia la publicación CIE CIE 198:2011 Determination of measurement uncertainties in photometry.

Para cubrir casos de aplicación nuevos y ahondar en estos conceptos, el consorcio proporcionará una actividad formativa especial dirigida al personal de los laboratorios, para brindar a los participantes una visión profunda de los procedimientos de medición y los modelos apropiados para la evaluación de las incertidumbres de medición. Esta actividad está programada como un curso on-line sobre determinación de incertidumbre de cantidades integradas espectralmente el 24 de julio de 2023.

- 22 y 23 de agosto de 2023, en TUBITAK, Turquía, sobre **medición de magnitudes integrales**.

Como se ha comentado, la recomendación CIE 198:2011 es el documento base de la CIE sobre análisis de incertidumbre en fotometría y radiometría. El suplemento CIE 198-SP2:2018, publicado recientemente, proporciona una base analítica para el procesamiento posterior de los datos espectrales teniendo en cuenta la correlación. Sin embargo, el enfoque analítico detallado aquí es demasiado complejo para ser útil para los laboratorios de ensayo industriales. Los métodos que proporcionará este proyecto, basados en la simulación de Montecarlo, serán más aplicables y mucho más fáciles de implementar con la ayuda de las guías de metrología práctica que tienen en cuenta la evaluación de la correlación y los metadatos en los futuros certificados de calibración digital. Además, se pondrá a disposición un procedimiento para proporcionar información sobre el impacto más probable de las correlaciones (ocultas) sobre la incertidumbre de las cantidades integrales derivadas de las mediciones espectrales.

Contribuciones a normas

Con el fin de alimentar el trabajo de este proyecto en los comités técnicos correspondientes de la División 2 de CIE, se generó el documento DR 2-89 "Índice de desajuste complementario" bajo el liderazgo de un socio del consorcio. Este documento se analiza dentro del comité técnico TC2-96 "Revisión de ISO/CIE 19476:2014

"Caracterización del rendimiento de los medidores de iluminancia y luminancia", que se estableció en la División 2 de CIE después de la aprobación de ISO TC 274 en Marzo de 2021. El TC2-96 está presidido por el coordinador de este proyecto y su reunión de lanzamiento tuvo lugar en mayo de 2021. Actualmente consta de 22 miembros internacionales de 11 países de todo el mundo, incluidos 9 miembros del consorcio y 2 colaboradores del proyecto.

Además, otro socio de este consorcio, que actualmente preside el CIE TC 2-93 sobre la revisión de la norma ISO 23539/CIE S 010 "Fotometría: el sistema CIE de fotometría física", también ha sido elegido como presidente designado del nuevo CIE TC 2-97 que trabajará en la revisión de CIE S 025.

Los miembros del consorcio y sus colaboradores también participan en los siguientes comités técnicos de CIE, que tratan al menos en parte los temas de este proyecto:

- CIE TC2-93: "Revision of ISO 23539:2005(E) / CIE S 010/E:2004 Photometry – The CIE system of physical photometry". Este TC se centra en las definiciones básicas y las distribuciones definidas en fotometría; está presidido por DTU y participan tres miembros del consorcio.
- CIE TC2-90: "LED Reference Spectrum for Photometer Calibration". Este TC define un espectro de referencia para las fuentes de luz LED que se basa en el resultado del Proyecto EMPIR 15SIB07 PhotoLED y, por lo tanto, está fuertemente conectado con el Objetivo 2 de este proyecto. Cuatro socios del proyecto están involucrados en este comité.
- CIE TC2-95: "Measurement of Obtrusive Light and Sky Glow". Este TC incluye la medición de la luz mediante ILMD y, por lo tanto, está conectada con el Objetivo 1 de este proyecto. Dos socios del consorcio están involucrados su desarrollo.
- CIE TC2-62: "Imaging-Photometer-Based Near-Field Goniophotometry". Este TC trata las condiciones límite para el uso de ILMD en sistemas de goniofotométricos y está relacionado con los Objetivos 1 y 3 de este proyecto. Tres socios del proyecto están involucrados en este comité.
- CIE TC2-86: "Glare Measurement by Imaging Luminance Measurement Device (ILMD)" (participan tres miembros y un colaborador del consorcio). Este TC está conectado con el Objetivo 1 de este proyecto.
- CIE DR2-90 Reference spectra and metrics for software validation (presidido por METAS, colaborador).
- CIE TC2-89: "Measurement of Temporal Light Modulation of Light Sources and Lighting Systems", Este informe hace referencia a CIE S 025 e ISO/CIE 19476 con respecto a condiciones de medida e índices de calidad. Participan tres socios del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, la norma internacional CIE S 025:2015 está en su primera revisión y este proyecto tiene como objetivo aumentar su adopción por parte de los laboratorios de ensayo, al proponer revisiones que ayudarán a la realización de ensayos, aumentando así su alcance, al incluir métodos y equipos, así como ejemplos de aplicación para la estimación de incertidumbres por parte de los laboratorios.

Dado que CEN/TC 169/WG 7 pospondrá la revisión de la norma europea EN 13032-4, hasta que se revise la CIE S 025, es una buena oportunidad para que ambas normas se armonicen nuevamente.

Como resultado de las consultas periódicas planificadas y los intercambios entre el consorcio y las organizaciones de normalización CIE y CEN (a través de representantes nacionales), la mayoría de las directrices y procedimientos que se desarrollarán en este proyecto serán adecuados para su uso directo por parte de los respectivos comités de normalización.

Al mejorar la confianza y la transparencia metrológica, los resultados del proyecto respaldarán las iniciativas normativas de la UE sobre productos de iluminación, específicamente los requisitos de diseño ecológico y etiquetado energético de la Unión Europea aplicados a los productos de iluminación.

Publicaciones

A continuación se listan las publicaciones científico técnicas realizadas hasta la fecha por parte de los socios del proyecto, en el marco del mismo:

Artículos

- A. Ferrero, A. Thorseth: Impact of the normalization of the spectral responsivity on the performance of the general $V(\lambda)$ mismatch index; CIE Midterm meeting, Malaysia, 27.-29. September 2021
- U. Krüger et al.: Evaluation of different general $V(\lambda)$ mismatch indices of photometers for LED-based light sources in general lighting applications; 2022 *Metrologia* 59 065003
- M. Kartona et al.: Geometric system analysis of ILMD-based LID measurement systems using Monte-Carlo Simulation; 2022 Journal of Physics: Conference series 2149

Presentaciones en congresos

- J. Ledig: NONLINEARITY OF CHARGE ACCUMULATING PIXEL MATRIX SENSORS USED IN IMAGING LUMINANCE MEASUREMENT DEVICES; CIE Midterm Conference, Malaysia, 27.-29. September 2022
- Zühal Alpaslan Kösemen et al: CIE S025 STANDARTININ 19NRM02 AVRUPA PROJESİ KAPSAMINDA GÜNCELLENMESİ VE TÜBİTAK UME'NİN ROLÜ; 13. Turkish National Lighting Conference 2021, Turkey
- V. Matela: Evaluation methods for spectral mismatch indices; CIE Midterm meeting, Malaysia, 27.-29. September 2021, online

Presentaciones en congresos (formato póster)

- R. Maass: Rückgeführte Kalibrierung des spektralen Strahlungsflusses; Licht 2021, 21.-24. March 2021, online
- L. Ulm: Präzisionskalibrierungen photometrischer Größen an LEDs; Licht 2021, 21.-24. March 2021, online
- T. Gerloff: Der Einsatz von LEDs als Bezugsnormal in der Lichtmesstechnik; Licht 2021, 21.-24. March 2021, online
- A. Sperling: RevStdLED: A European Project to Support the Revision of Standards Related to Solid State Lighting; CIE Midterm meeting, Malaysia, 27.-29. September 2021, online
- T. Gerloff: An overview fo important factors to consider when calibrating LEDs in Photometry with different detectors; CIE Midterm meeting, Malaysia, 27.-29. September 2021, online
- D. Lerch: Generic model for goniophotometer geometries; CIE Midterm meeting, Malaysia, 27.-29. September 2021

- J. Ledig: SIGNAL CHARACTERISTIC OF A CAMERA WITH AN INTEGRATING AMPLIFIER AND LOGARITHMIC ENCODING AT THE PIXEL LEVEL; CIE Midterm Conference, Malaysia, 27.-29. September 2021
- J. Ledig, et al: METROLOGICAL CHALLENGES IN MONITORING OF SKY LUMINANCE DURING DAY AND NIGHT BY USING LUMINANCE METERS AND RGB IMAGING SENSORS; CIE Midterm Conference, Malaysia, 27.-29. September 2021

Informes

- Evaluation of a complementary general $V(\lambda)$ mismatch index - D5 Report (A. Thorseth, U. Krüger, A. Ferrero, V. Mantela, A. Sperling, O. Pellegrino)

Referencias

[M Katona *et al*; 2022]

Geometric system analysis of ILMD-based LID measurement systems using Monte-Carlo simulation, M Katona, K Trampert, C Schwanengel, U Krüger, C Neumann. Journal of Physics.

M Katona *et al* 2022 *J. Phys.: Conf. Ser.* **2149** 012015. doi:10.1088/1742-6596/2149/1/012015

[Ferrero, A., Thorseth A.; 2021]

Impact of the normalization of the spectral responsivity on the performance of the general $V(\lambda)$ mismatch index. Ferrero, A., Thorseth A., Proceedings of the Conference CIE 2021. doiDOI 10.25039/x48.2021.PO20

Agradecimientos

This work has received funding from the European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR) co-financed by the Participating States and from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme within the joint research project 19NRM02 RevStdLED "Revision and extension of standards for test methods for LED lamps, luminaires and modules".

Funder Name: European Metrology Programme for Innovation and Research

Funder ID: 10.13039/100014132

Grant Number: 19NRM02 RevStdLED



The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States