

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Índice de ponencias

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs

D. Alarcón^a, E. Balvís^b, R. Bendaña^c, J.A. Conejero^d, P. Fernández de Córdoba^d, J. Hígon^e, J.M. Isidro^d y H. Michinel^f

^aDepartamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, dialcor@doc-tor.upv.es; ^bERH-Illumnia S.L., ebalvis@uvigo.es; ^cAerospace Engineering School, Universidade de Vigo, ricardojbi@uvigo.es; ^dInstituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, aconejero@upv.es; ^eDepartamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, jhigonc@ega.upv.es.

Abstract

In this paper, a complete example of a company-university collaboration is presented. It begins by raising the thermal problem in manufacturing luminaires with LED technology. Through the development of a mathematical model and its numerical simulation using software based on finite elements, a solution is presented. In addition, the prototype proposed by modeling is constructed and it can be concluded that this model provides a accurate solution to the initial planned problem. Finally, the transit to the market is made by the production of such device and continue with the necessary studies to be able to optimize the initial design. With this work we want to motivate the university - industry relations.

Keywords: cooling law, high-power LED.

Resumen

En este trabajo se presenta un ejemplo completo de la relación universidad-empresa. Se comienza planteando el problema térmico involucrado en las luminarias con tecnología LED. Mediante el desarrollo de un modelado matemático y la solución del mismo mediante software basado en elementos finitos, se puede presentar una solución a dicho problema. Además, se lleva a la realidad el prototipo modelado y se puede concluir que este modelo brinda una solución precisa al problema inicial planteado. Finalmente, el paso al mercado se lleva a cabo produciendo dicho dispositivo y, al mismo tiempo, continuando con los estudios necesarios para poder optimizar el diseño inicial. Con este trabajo queremos motivar las prometedoras relaciones universidad-empresa.

An example of a mathematical company-university cooperation in the design of LED bulbs.

Keywords: *Cooling law, High Power LEDs (HP-LEDs).*

Introduction, Justification, and Objectives

One of the main problems to overcome to extend bulb's lifecycle is concerning how heat dissipation. The common design of LED bulbs is not usually conceived for extending the bulbs service life. New designs should be developed in order to overcome this problem and to foster the entry of new suppliers in the market.

In this work, we present a detailed study of heating and cooling processes of a disruptive new designed of LED luminaires with passive heat sinks. These bulbs were developed at request of the Spanish company Innebo and two universities contributed to its design: the University of Vigo (through the Optics lab) and the Polytechnic University of Valencia (through the Interdisciplinary Modeling Group). The first group focuses its activity in the area of photonics and the second in problems of heat and mass transfer. This interrelation constitutes a paradigmatic example of university-company relationship.

Our analysis is supported by numerical simulations as well as experimental measurements, carried on systems used for outdoor lighting. We have focused our analysis on the common case of a single LED source in thermal contact with an aluminium passive heat sink, obtaining an excellent agreement with experimental measurements and the numerical simulations performed. Our results can be easily expanded, without loss of generality, to similar systems.

From our analysis we can derive that aluminum low-cost passive heat sinks can be used to keep the temperature of 30W-50W HP-LED chips below 60C, thus making it possible to reach life-times of 55.000h with the corresponding savings in energy consumption and maintenance. Such results and simulations help to develop new technologies within the university ecosystem, and it helps to the creation of start-up's that can develop and commercialize new high technological products.

Related works

In (Balvis et al, 2015) a preliminary study was provided. It has been contrasted with a different software that also works with finite elements.

In (Yu, Lee, & Yook, 2010) an experimental and numerical investigation of natural convection in a similar geometry (radial heat sink) is presented (geometry based on a horizontal circular base and rectangular fins).

Developed work

We need to guarantee that the HP-LED temperature stays below the maximum value specified by the producer. Specifically, the heat sink presented in (Balvis et al, 2015) must not exceed 70 degrees Celsius. The heat sink is modeled as being axially symmetric, with gravity g (dimensionally an acceleration) acting vertically along the symmetry axis (taken as OZ).

The velocity field \mathbf{v} of the air in which the heat sink is immersed satisfies the Navier–Stokes equation

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} = -\nabla p + \rho \nu \nabla^2 \mathbf{v} + \rho \mathbf{g} \quad (1)$$

where, ρ is the volume density of the air, ν its kinematic viscosity and p the pressure. The velocity and the density are related together by the continuity equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0. \quad (2)$$

Heat flow in a temperature gradient is governed by the equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T = k \nabla^2 T + \frac{J}{\rho C_p}, \quad (3)$$

where ρC_p denotes the heat capacity per unit volume of the air, k its thermal diffusivity, and J the time rate of internal heat production per unit volume.

Eqs. (1), (2) and (3) are applied to the air surrounding the LED. The heat sink itself is assumed to be a black body at temperature T , thus radiating energy according to the Stefan–Boltzmann law:

$$\dot{q} = \varepsilon \sigma T^4 \quad (4)$$

Here \dot{q} stands for the energy per unit time and unit area, and it is the exit flow of energy from the heat sink. Besides ε its emissivity and σ is the Stefan–Boltzmann constant.

We will numerically solve the coupled system of equations (1), (2), (3) and (4) subject to Dirichlet boundary conditions. Let T_0 be the (fixed) temperature of the air surrounding the LED, far enough from the heat source. We impose the Dirichlet condition $T = T_0$ on the boundary of the numerical simulation window.

Additionally, the Dirichlet boundary condition has been supplemented with:

- i. heat transfer of solid to solid by conduction between the LED and the dissipator, with a distributed thermal resistance of $0.001 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- ii. heat transfer of solid to air by convection.

The last heat transfer coefficient h has been taken to equal $12\text{W/m}^2\text{K}$ in the implementation of Newton’s cooling law of convection. Since the values for h found in the literature vary widely, this latter input was adjusted until the simulation results coincided with those from experiment. Once the best fit was found, the corresponding value of h was taken as given for the rest of numerical simulations.

Principales Resultados

This model (heat sink geometry and governing equations) is applied to the two simulations performed. All numerical simulations have been carried out for an input LED power of 50W . Fig. 1 shows the geometry of the heat sink, the HP-LED being modeled as a square piece. Observe the geometry of the flaps, which allows a greater flow of air through the heat sink.

An example of a mathematical company-university cooperation in the design of LED bulbs.

The latter surrounds a solid cylinder, on the base of which the square HP-LED is located; this cylinder distributes the heat across the whole device.

Figure 1 Used design geometry

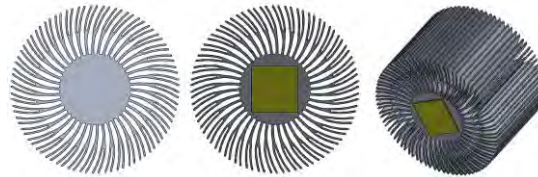
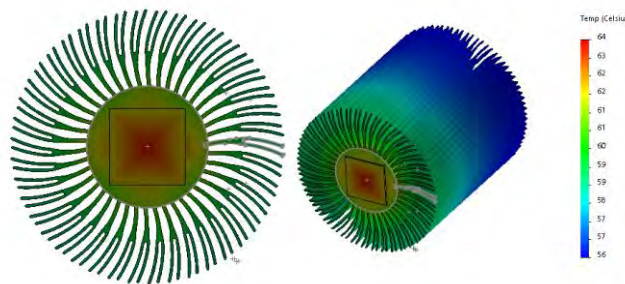


Fig. 2 exhibits the results of this simulation. The numerical values of the temperature are shown: the maximal temperature attained is 64 Celsius degrees, the minimal is 56.

Figure 2 Results of simulation using Solidworks.



With the objective of verifying the results, we create a prototype and experimentally measure the temperatures in three points of the device. In the critical point (LED), the experimental result reaches a maximal temperature of 63 Celsius degree.

Conclusiones

We have presented a numerical study of the steady-state temperature distribution of a realistic high-power light emitting diode (HP-LED) bulb. Our results have been compared with experimental data measured in a prototype fabricated under market considerations. A nice agreement has been found between the computer simulations and the measurements performed.

Therefore, from our analysis we can derive that aluminum low-cost passive heat sinks can be used to keep the temperature of 30W – 50W HP-LED chips below 60°C, thus making it possible to reach life-times of 55.000h with the corresponding savings in energy consumption and maintenance.

References

- Alarcón, D., Balvís, E., Bendaña, R., Conejero, J.A., Fernández de Córdoba, P, Higón, J.L., Isidro, J.M^a, and Minchinell, H. (2018). Mathematical modeling and numerical

D. Alarcón, E. Balvís, R. Bendaña, A. Conejero, P. Fernández de Córdoba, J. Higón, J.M. Isidro y H. Michinel

simulation of heat dissipation in LED bulbs. *Preprint*.

Balvis, E., Bendaña, R., Michinel, H., Fernández de Córdoba, P., & Paredes, Á. (2015). Analysis of a passive heat sink for temperature stabilization of high-power LED bulbs. *Journal of Physics*, 605, 12005. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/605/1/012005>

Yu, S. H., Lee, K. S., & Yook, S. J. (2010). Natural convection around a radial heat sink. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53(13–14), 2935–2938. <http://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2010.02.032>