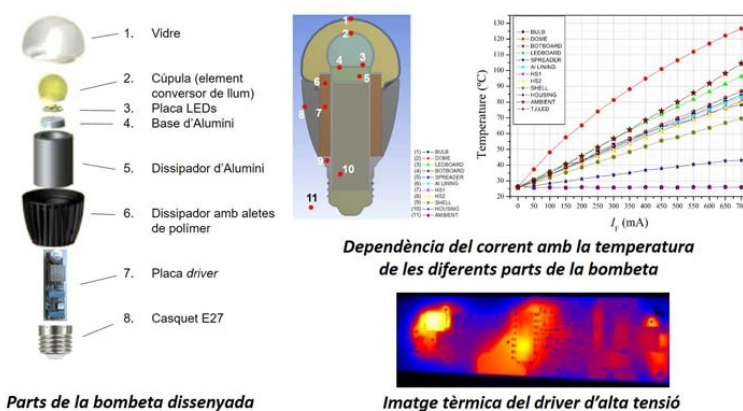


10/10/2019

Estratègies de disseny de bombetes LED d'alta lluminositat i baix cost, compatibles amb casquet E27



Avui en dia, l'ús de LEDs com a font de llum ofereix una solució més sostenible i eficient comparat amb altres tipus d'il·luminació. Tanmateix, l'eficiència de la bombeta ve limitada per l'eficiència de l'electrònica necessària per alimentar els LEDs i els elements òptics necessaris per obtenir llum blanca. Per tant, encara es genera una gran quantitat de pèrdues en forma de calor. En aquest treball doncs, s'han estudiat diverses estratègies per al disseny tèrmic d'una nova bombeta amb el clàssic casquet de rosca E27 i amb una alta capacitat lumínica, aconseguint uns resultats prometedors.

La il·luminació d'estat sòlid (SSL, "Solid-State Lighting" en anglés) utilitza LEDs com a font de llum. Aquesta aproximació comença a ser omnipresent en la nostra vida diària degut als enormes beneficis que proporciona si es compara amb altres tipus d'il·luminació com ara la d'incandescència, la de descàrrega o els fluorescents compactes. La il·luminació SSL ofereix una solució més sostenible, eficient i amb un clar impacte en l'estalvi energètic gràcies a la bona eficiència en la conversió de llum que proporcionen els LED: fins a un 40% de l'energia elèctrica utilitzada la converteixen en llum visible mentre que en una bombeta d'incandescència aquest

valor és només del 15 %. L'eficiència de la bombeta complerta ve limitada també per l'eficiència de l'electrònica necessària per alimentar els LEDs (l'anomenat *driver*) i pels elements òptics que converteixen la llum blava generada pels LEDs en llum blanca. Així doncs, malgrat una clara millora de l'eficiència de les bombetes, encara generen una quantitat de pèrdues en forma de calor que cal poder dissipar a l'ambient.

En aquest treball s'han estudiat diverses estratègies per al disseny tèrmic d'una nova bombeta amb el clàssic casquet de rosca E27 i amb una alta capacitat lumínica (820 lm). Aquests bombetes incorporen un *driver*, necessari per tal de convertir els 220 V AC de la xarxa al corrent continu per tal d'alimentar la placa on hi ha els LEDs. Segons la sortida d'aquest *driver*, s'han analitzat dos escenaris diferents: el de baixa tensió/alt corrent (18 V – 620 mA) i el d'alta tensió/baix corrent (110 V – 85 mA). Per dur a terme aquest objectiu, ha calgut un disseny tèrmic de tota la bombeta LED i dels *drivers* de control mitjançant eines de simulació multiescala, fent especial atenció a la integració del *driver* dins el cos de la bombeta. Gràcies als resultats de les simulacions, s'ha implementat i avaluat experimentalment el nou disseny (el que es veu a la figura), que incorpora l'esfera de vidre, l'element conversor de llum (cúpula) i un dissipador basat en un cilindre buit d'alumini amb unes aletes axials de polímer d'alta conductivitat tèrmica, que permeten introduir el *driver* a l'interior, amb una base circular on hi va muntada la placa on hi ha els LEDs a la part superior. Finalment, a la part inferior hi ha el tradicional casquet de rosca E27.

Per tal d'avaluar tèrmicament les bombetes, s'han utilitzat termoparells i termografia infraroja per obtenir la distribució de la temperatura en la superfície del *driver* i en diferents parts de la bombeta (veure foto). S'han fet diferents anàlisis comparant-los amb una bombeta LED de referència (Philips MASTERLED Glow lamp 6W). En primer lloc s'ha utilitzat una placa de LEDs com a font de calor i sense considerar els *drivers*. A part de determinar les temperatures en diferents punts clau de la bombeta com s'ha dit abans, també s'ha determinat la temperatura d'unió dels LEDs gràcies a un model tèrmic per tal de veure l'impacte de cada disseny en aquest paràmetre. En segon lloc, s'han caracteritzat els dos *drivers* amb termografia IR per tal de veure quins components s'escalfaven més en condicions d'operació. En tercer lloc, s'han avaluat diverses solucions per tal de millorar la resistència tèrmica de contacte entre la placa del *driver* i el dissipador.

Des del punt de vista de la implementació, el dissipador proposat permet obtenir una reducció de la temperatura d'unió dels LEDs del 18% respecte a la bombeta de referència. Pel que fa la comparativa entre *drivers*, el d'alta tensió (110V) presenta temperatures dels seus components més baixes que les corresponents al *driver* de baixa tensió (18V). Per tant, el *driver* d'alta tensió es preferible en termes d'eficiència, temps de vida i fiabilitat, ja que permet la utilització de condensadors més petits i que no siguin electrolítics. Pel que fa a minimitzar la resistència tèrmica de contacte entre el *driver* i el dissipador, la millor estratègia ha estat fixant la placa del *driver* amb un material d'interfase tèrmica (TIM) i envoltant-la amb un material d'alta conductivitat. Pel que fa a les plaques LED, la placa d'alta tensió consumeix gairebé la meitat de l'energia en la producció de llum en comparació amb la de baixa tensió, i això fa que la solució d'alta tensió sigui quelcom a contemplar en els propers anys fins que les seves eficiències siguin comparables. De tota manera, la solució presentada permet utilitzar qualsevol tipus de placa LED encara que sigui necessària una producció de llum més gran ja que els *drivers* utilitzats permeten subministrar la potència elèctrica necessària als LEDs.

M. Vellvehi¹, X. Perpinyà¹, R. J. Werkhoven², J. Jakovenko³, J.M.G. Kunen⁴, P. Bancken⁵, P. J. Bolt⁴ i X. Jordà¹

¹Institut de Microelectrònica de Barcelona (IMB-CNM), Campus UAB, Barcelona

²Complex Materials, Eindhoven, The Netherlands

³Department of Microelectronics, Czech Technical University, Prague, Czech Republic

⁴Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Eindhoven, The Netherlands

⁵Philips Lighting, Eindhoven, The Netherlands

miquel.vellvehi@imb-cnm.csic.es

Referències

X. Perpinyà, M. Vellvehi, R. J. Werkhoven, J. Jakovenko, J. Kunen, P. Banken, P. J. Bolt and X. Jordà. (2019). **Thermal Management Strategies for Low and High Voltage Retrofit LED Lamp Drivers**. *IEEE Trans. on Power Elect.*, vol. 34, n° 4, pp. 3677-3688, DOI: [10.1109/TPEL.2018.2853119](https://doi.org/10.1109/TPEL.2018.2853119).

[View low-bandwidth version](#)