

TECNICHE COMPUTAZIONALI PER LA MODELLIZZAZIONE E L'OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE INNOVATIVI

A. Dolara¹, F. Grimaccia¹, S. Guzzetti¹, S. Leva¹, M. Mussetta¹, A. Pirisi¹, R. Zich¹

¹Dipartimento di Energia – Sezione Elettrica, Politecnico di Milano, Via La Masa 34, Milano (MI),
e-mail sonia.leva@polimi.it

Parole chiave: LED, soft computing, ottimizzazione

Il LED di potenza a luce bianca rappresenta una tecnologia con grandi potenzialità, sia dal punto di vista della qualità dell'illuminazione, sia da quello del risparmio energetico. Vi sono però alcune problematiche non ancora risolte:

- la dissipazione del calore: l'efficienza luminosa e la vita utile del dispositivo diminuiscono all'aumentare della temperatura di esercizio;
- prestazioni illuminotecniche: la temperatura di colore e la resa cromatica non raggiungono ancora valori totalmente soddisfacenti.

La ricerca si propone di studiare e sviluppare tecniche avanzate di *soft computing* allo scopo di modellizzare con approccio multi-fisico (elettrico, termico, ottico) sistemi di illuminazione a LED al fine di mettere a punto ed ottimizzare soluzioni particolarmente innovative.

Per quanto riguarda i sistemi a LED, si ritengono promettenti i sistemi passivi basati sull'utilizzo di un liquido refrigerante, che prendono spunto da un brevetto internazionale depositato in collaborazione tra Politecnico di Milano ed un'azienda privata. In ogni caso, l'analisi qui presentata si adatta anche all'ottimizzazione di sistemi a LED raffreddati mediante metodi tradizionali. Lo schema a blocchi di Figura 1 illustra sinteticamente l'attività.

La prima parte dell'attività ha riguardato la messa a punto di metodi numerici per l'analisi di problemi di tipo energetico, con l'obiettivo di individuare tecniche computazionali adatte per lo sviluppo di prototipi di sistemi a LED e la valutazione di soluzioni candidate ad una successiva ottimizzazione. In particolare la tecnica evolutiva di *Genetical Swarm Optimization* (GSO) ha trovato applicazione preliminare nella progettazione integrata di un generatore lineare a magneti permanenti (TPMLiG) per applicazioni di *energy harvesting* in ambito marino e da traffico urbano.

A partire dal brevetto depositato, sono stati realizzati diversi prototipi allo scopo di individuare la tecnologia più adatta in termini di tipo di LED di potenza, dissipatori, liquido, ecc. Tali dispositivi sono stati preventivamente studiati tramite semplici modelli termici mono- e bi-dimensionali in regime stazionario. I primi due prototipi utilizzano LED di potenza di diversa tecnologia immersi in liquido refrigerante. La luce bianca viene ottenuta grazie ad una copertura in policarbonato sulla quale è depositato, sulla superficie interna, uno strato di fosfori con opportuna caratteristica spettrale. L'analisi sperimentale ha interessato la misura delle grandezze elettriche tensione, corrente e potenza assorbita, del flusso emesso in termini di illuminamento e della temperatura in differenti punti del dispositivo (punto di test sul circuito stampato dei LED, circuito stampato, liquido, cover di fosfori e temperatura ambiente).

I risultati ottenuti mostrano che il liquido refrigerante migliora, dal punto di vista termico, il sistema a LED: la temperatura di giunzione dei LED decresce infatti all'aumentare del livello del liquido. L'utilizzo di blue-LED garantisce, nel contempo, una buona efficienza luminosa.

La seconda parte dell'attività, attualmente in corso, riguarda la finalizzazione della procedura integrata di modellazione/ottimizzazione mediante tecniche di *soft computing*, per l'applicazione ad un terzo prototipo realizzato. In particolare, oltre allo sviluppo della procedura integrata di ottimizzazione e modellazione, è prevista l'estensione dell'approccio proposto anche ai dati sperimentali che via via verranno prodotti, al fine di procedere alla validazione preventiva del metodo e delle soluzioni proposte con l'obiettivo di ottenere metodi che possano consentire l'ottimizzazione e lo sviluppo di dispositivi a LED e/o elettromagnetici di diverse tipologie.

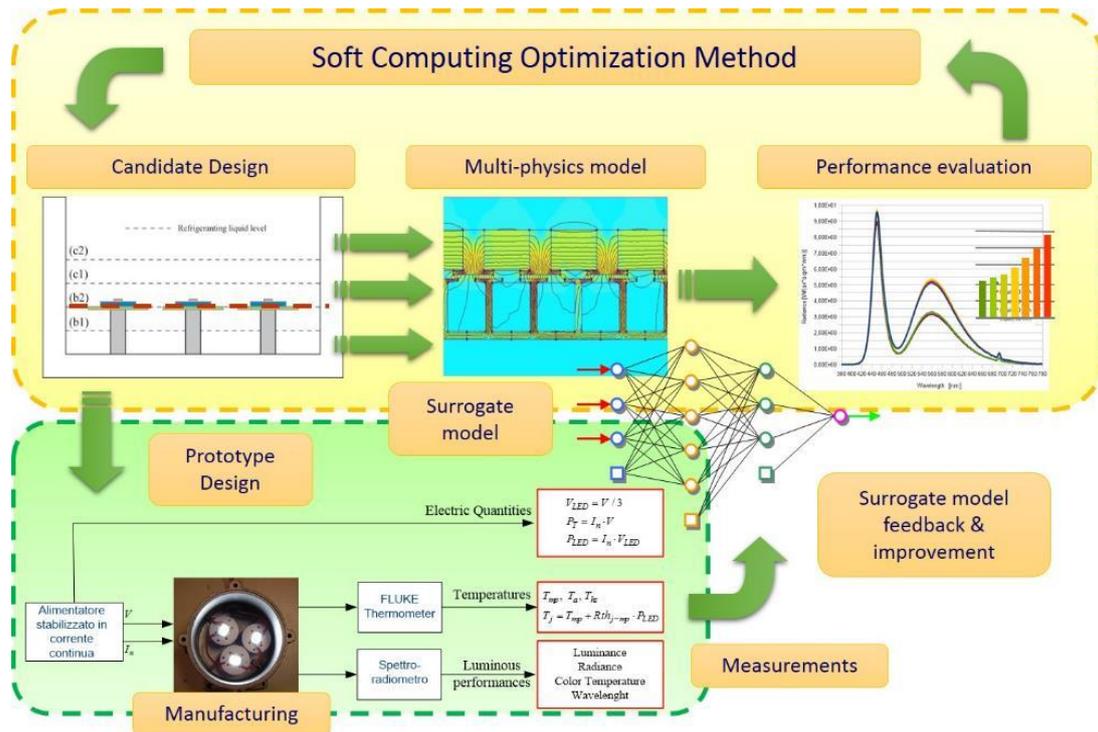


Figura 1. Schema a blocchi dell'approccio utilizzato per la modellazione ed ottimizzazione del sistema in esame.

L'attività descritta è parte di progetto finanziato su FARB – Fondo di Ateneo per la Ricerca di Base del Politecnico di Milano dal titolo “**Computational Techniques for Modeling and Optimization of Advanced Lighting Systems**”.

Bibliografia

- [1] A Pirisi, F Grimaccia, M Mussetta, R.E. Zich, R Johnstone, M Palaniswami, “Optimization of an energy harvesting buoy for coral reef monitoring”, *2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2013, 629-634.
- [2] A. Pirisi, M. Mussetta, F. Grimaccia, R.E. Zich, “Novel Speed-Bump Design and Optimization for Energy Harvesting From Traffic”, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol.14, no.4, pp.1983,1991, Dec. 2013, ISSN 1524-9050.
- [3] H.M. Linh, M. Mussetta, F. Grimaccia, R.E. Zich, P. Pirinoli, C.N. Dao, “Multi-layer antenna design with evolutionary optimization”, *International Conf. on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)*, 2013.
- [4] L.H. Manh, F. Grimaccia, M. Mussetta, and R. E. Zich, “Optimization of a Dual Ring Antenna by Means of Artificial Neural Network”, *Progress In Electromagnetics Research B*, Vol. 58, 59-69, 2014, ISSN 1937-6472.
- [5] H.M. Linh, M. Mussetta, F. Grimaccia, R.E. Zich, P. Pirinoli, “Antenna optimization based on Artificial Neural Network”, *8th European Conference on Antennas and Propagation, (EuCAP)*, Den Haag, NL, April 2014.
- [6] R. Faranda, S. Guzzetti, G. C. Lazaroiu, S. Leva, “Refrigerating liquid prototype for LED's thermal management”, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 48, 2012, pp. 155-163 - ISSN 1359-4311.
- [7] L. Colombo, A. Dolara, R. Faranda, S. Guzzetti, S. Leva, A. Lucchini, “Liquid cooling for improved LED performance”, *International Conference on Energy and Environment (CIEM)*, 7-8 November 2013, Bucarest, Romania, n.pp.8.
- [8] L. Colombo, A. Dolara, R. Faranda, S. Guzzetti, S. Leva, A. Lucchini, “Liquid cooling for improved LED performance”, *UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering*, n. 2, Vol. 76, 2014, ISSN 1454-234x, pp. 219-228.
- [9] L. Colombo, A. Dolara, S. Guzzetti, G. C. Lazaroiu, S. Leva, A. Lucchini, “Thermal and luminous investigations of a pLED based refrigerating liquid prototype”, *Applied Thermal Engineering*, In press - ISSN 1359-4311.