

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ PANEL ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT ĐÈN HÀNH TRÌNH TÀU THỦY ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ

RESEARCH, DESIGN THE MONITORING AND CONTROL PANEL OF NAVIGATION LIGHT USING DIGITAL TECHNOLOGY

Phạm Tâm Thành

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
phamtamthanh@vimaru.vn

Tóm tắt: Bài báo này trình bày một phương pháp mới trong thiết kế hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy. Trong đó, mỗi trung tâm xử lý và điều khiển là một hệ vi xử lý có tích hợp thuật toán phát hiện và báo động cháy tiên tiến. Hệ thống giao diện người sử dụng là một màn hình cảm ứng HMI có thể dễ dàng xem các sự kiện, điều khiển, giám sát và hiển thị từng trạng thái màn hình đồ họa với các menu và giao diện vận hành thân thiện cũng như dễ dàng xác định được các thông tin trạng thái chiếu sáng về buồng lái.

Từ khóa: Đèn hành trình, thiết kế, tàu thủy.

Chỉ số phân loại: 2.1

Abstract: This paper presents a new method of designing the monitoring and control panel of marine navigation light. The centure control panel is a microprocessor based advanced detection and alarm system. The operation interface panel use of a HMI screen for ease of viewing of events, controls, monitoring, and a graphical display for user-friendly menu and control operation as well as ease of identifying information status of light system being sent to the the brigde house.

Keywords: Navigator light, design, marine vessel.

Classification number: 2.1

1. Giới thiệu

Trước sự phát triển lớn mạnh của ngành Công nghiệp đóng tàu thế giới, ngành công nghiệp đóng tàu trong nước cũng đang dần hòa nhập và tiến tới nội địa hóa một phần các sản phẩm lắp đặt cho tàu thủy. Một trong những lĩnh vực đi tiên phong trong trào lưu đó là lĩnh vực điện và tự động hóa thể hiện ở các sản phẩm bảng điện chính, phụ, starter, BAT charger... tàu thủy. Vấn đề báo hiệu, chỉ báo nói chung và điều động con tàu nói riêng bao gồm: Tín hiệu chỉ báo bằng đèn, chỉ báo góc bẻ lái, hướng đi, tốc độ chân vịt, giữ ổn định hướng đi, bám theo quỹ đạo cho trước, ổn định tốc độ, ổn định điện áp... Từ trước cho đến nay, đã có nhiều công trình nghiên cứu, phương pháp thiết kế hệ thống điều khiển và báo hiệu đèn hành trình, đèn tín hiệu hàng hải... Tuy nhiên, để có được một hệ thống báo hiệu thật sự hiệu quả bao gồm cả về kinh tế lẫn kỹ thuật thì hiện nay bài toán đó vẫn đang tiếp tục được tìm tòi các phương pháp mới để giải quyết.

Đối với hệ thống điều khiển và báo hiệu đèn hành trình, đèn tín hiệu hàng hải thì hiện

nay vẫn còn đang tồn tại một số nhược điểm sau:

- + Tính chính xác kém;
- + Kích thước lớn;
- + Chưa đáp ứng tính ứng dụng đa năng;
- + Đặc biệt là các hệ thống hiện hành thường ứng dụng cho đèn với một loại nguồn (AC hoặc DC) và loại công suất (60W hoặc 40W) nhất định;
- + Khả năng ghép nối tín hiệu với các hệ thống khác rất hạn chế.

Để phần nào làm phong phú thêm các phương pháp thì hướng nghiên cứu chế tạo panel điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy ứng dụng kỹ thuật số vẫn là một xu hướng đầy tiềm năng. Trong đó, phần cảm biến dòng điện xoay chiều và một chiều được cảm biến bằng cách ly quang, phần xử lý trung gian và báo động sử dụng vi điều khiển.

Việc thiết kế một hệ thống trên tàu thủy đảm bảo độ tin cậy có đầy đủ các chức năng, giá thành rẻ trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật số hay vi xử lý, vi điều khiển, hệ thống mạng truyền thông công nghiệp, để đáp ứng được

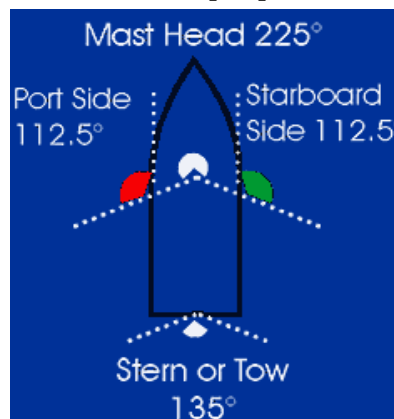
các yêu cầu của đăng kiểm ngành Hàng hải đang là yêu cầu rất thiết thực. Sản phẩm này với tên gọi panel giám sát và điều khiển đèn hành trình... đã được nghiên cứu và phát triển ở nhiều nơi trên thế giới, nhiều sản phẩm ứng dụng ra đời, rất phong phú. Các hãng có truyền thống và nổi tiếng trong sản xuất, chế tạo sản phẩm này phải kể đến như các hãng: Sentinel Control Technologies, Prime Mover Controls, Pan Delta Controls, Don Abney, Mariteam Lighting [4]... Tuy nhiên, các sản phẩm nhập ngoại không sử dụng đồng thời cho bóng đèn DC và AC, giới hạn công suất bóng, kích thước công kênh, khả năng ghép nối với các hệ thống khác rất khó khăn, thời gian đáp ứng chậm và gặp một số vấn đề phức tạp khi cần bảo hành, bảo trì thiết bị, chi phí đầu tư ban đầu cho hệ thống thường rất cao. Trong nước, chưa có nhiều công trình nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống này cũng như chưa có sản phẩm thương mại trên thị trường. Vì vậy, để chủ động về công nghệ, giảm chi phí và để có thể áp dụng lý thuyết vào thực tế, ta cần tìm một phương án chế tạo hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình nhằm giảm bớt giá thành, ứng dụng được các linh kiện điện tử sẵn có trên thị trường nội địa và khắc phục được các hạn chế còn tồn tại ở trên là những mục tiêu chính của bài báo.

2. Khái quát về hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy

Để biết được một con tàu đang hành trình theo chiều và hướng nào, người ta sử dụng các đèn để quy định; đồng thời nó cũng cho biết kích thước của tàu... nhờ đó mà các tàu khác có thể phát hiện và tránh không để những tai nạn đáng tiếc có thể xảy ra. Với tầm quan trọng của chúng, các đèn tín hiệu hàng hải này không thể bị sự cố trong bất cứ trường hợp nào. Trên tàu luôn có hệ thống đèn hành trình chính và hệ thống đèn hành trình dự phòng. Tuy nhiên, nhiệm vụ đặt ra cho hệ thống các đèn hàng hải và tín hiệu này là khi gặp sự cố như cháy bóng, đứt tóc, đứt dây... phải được phát hiện ngay lập tức và thay thế kịp thời. Các bảng đèn hàng hải và tín hiệu phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) và quy phạm phân cấp đóng tàu biển vỏ thép với các

tính năng như: Thông báo bằng còi, đèn khi đèn bị sự cố; không phụ thuộc vào công suất của bóng đèn và nguồn cung cấp khi sử dụng; số đèn có thể mở rộng theo từng tàu cụ thể; bố trí trực quan, dễ sử dụng và thao tác; thiết bị chắc chắn, tin cậy và dễ lắp đặt, sửa chữa... Hiện tại, ở Việt Nam các thiết bị đã được cung cấp và lắp đặt tại rất nhiều nhà máy đóng tàu với các chủng loại tàu như: Tàu hàng 20.000T, 2.000T, 12.500T, tàu hút bùn, tàu khách cao tốc... Đèn hành trình bao gồm: Đèn cột, đèn mạn và đèn lái.

- Tàu có chiều dài 50m trở lên phải được bố trí 2 đèn cột (đèn cột trước và đèn cột sau);
- Đèn mạn thì phải màu xanh, trái màu đỏ;
- Đèn lái được lắp ở phía lái tàu.



Hình 1. Vị trí và góc chiếu của các đèn hành trình.

Với mỗi loại tàu khác nhau thì có thêm bớt một số đèn nhất định để đảm bảo khả năng thông tin của tàu đó cho các phương tiện hoạt động xung quanh nhưng hệ thống đèn tín hiệu hành trình cơ bản thì vẫn như nhau và có một cách bố trí nhất định theo điều luật. Người ta chia loại tàu để trang bị như sau:

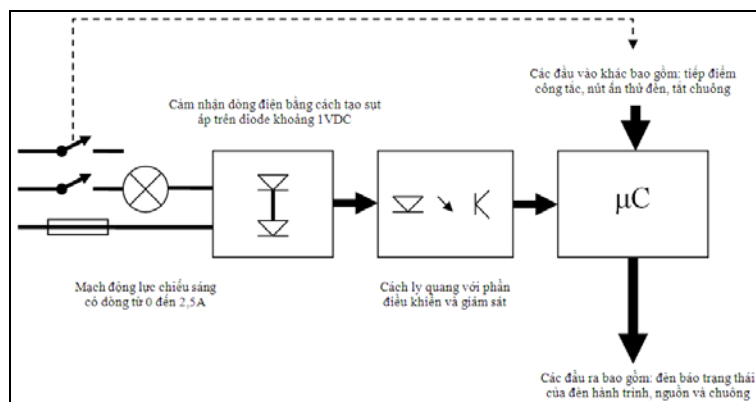
- Tàu có chiều dài tính toán (chiều dài giữa hai đường vuông góc mũi và lái) trên 50 m thì phải trang bị hai cột đèn tín hiệu chính và cột đèn đuôi, dưới 50 m thì trang bị một cột đèn tín hiệu chính và đèn tín hiệu đuôi. Tàu trên 20 m thì các đèn trang bị thẳng đứng phải cách nhau tối thiểu 2 m còn dưới 20 m thì khoảng cách đó là 1 m ;

- Bộ đèn hành trình và tín hiệu cơ bản của tất cả các tàu bao gồm: Đèn mạn (SSL:

Signal side light) trái đỏ phải xanh (nhìn từ lái về mũi). Đèn tín hiệu cột (ML: Mast light) màu trắng góc nhìn thấy là 225 độ từ mạn nọ sang mạn kia. Đèn mất chủ động (NUCL: Not under command light) góc nhìn thấy là 360 độ (chú ý góc khuất 6 độ của đèn này). Đèn chỉ dẫn điều động (MVL: Maneuvering light) màu trắng góc nhìn thấy 360 độ (chú ý góc khuất 6 độ của đèn này), đèn đuôi (SL: Stern light) 135 độ màu trắng. Đèn neo (AL: Anchor light) màu trắng góc chiếu 360 độ, trang bị hai chiếc.

Ngoài ra còn có các đèn hiệu khác như: Đèn báo tàu chở hàng nguy hiểm màu đỏ 360 độ chớp tắt (nhấp nháy), đèn kéo (tàu kéo, tàu lai dắt), bộ đèn hiệu qua kênh PANAMA.

3. Đề xuất cấu trúc hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy



Hình 2. Cấu trúc tổng quát hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy trên nền tảng vi điều khiển ATMEGA32 và HMI.

4. Thiết kế, chế tạo module trung tâm xử lý

Theo phân tích trong mục 3, module trung tâm quản lý năng lượng điện tàu thủy được thiết kế phải có thể điều khiển hoạt động của một trạm phát bao gồm tối đa bốn tổ hợp D/G, hệ thống thanh cái và tải. Bên cạnh đó module này còn phải có khả năng giao tiếp mạng truyền thông với PC hoặc HMI theo một giao thức chuẩn. Vì vậy để xây dựng module trên nền tảng chip vi điều khiển ATMEGA32 thì hệ thống phải có những tính năng cơ bản sau:

+ Cảm nhận tín hiệu áp dòng một chiều hoặc xoay chiều cấp cho bóng đèn;

Từ những phân tích ở trên, trong mục này sẽ đưa ra phương án thiết kế phần cứng của một hệ thống. Cấu trúc tổng quát của hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình tàu thủy được trình bày trên hình 2.

Cấu trúc của hệ thống bao gồm hai phần cơ bản:

- Phần cảm biến góc cháy bóng đèn, đứt tóc và đứt cáp; xử lý trung gian sử dụng vi điều khiển AVR ATEMEGA 16 ;

- Màn hình HMI có chức năng hiển thị các thông số của trạm phát, lưu lại nhật ký hoạt động và giao diện trực tiếp với người vận hành.

Trung tâm điều khiển có thể quản lý hoạt động của 12 tổ hợp đèn kép và kết nối với một màn hình cảm ứng HMI để giao tiếp và thu thập dữ liệu thông qua mạng Modbus/RS485.



+ Xuất ra các tín hiệu số DO dạng tiếp điểm khô rơ le để điều khiển ngoại vi thông qua mạch cách ly quang;

+ Có khả năng ghép nối với chuẩn giao diện vật lý RS485 và xử lý được giao thức mạng truyền thông chuẩn công nghiệp Modbus RTU.

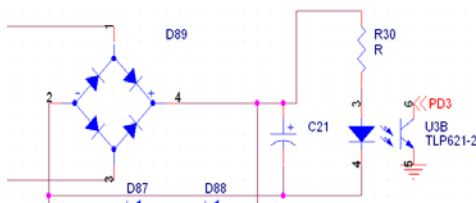
+ Về mặt phần mềm thì module này phải thực hiện được đầy đủ các chức năng như đã nêu ở mục 2. Ngoài ra, nó phải đủ “thông minh” để phân tích một số trường hợp sự cố mạng, sự cố cảm biến, nguồn dự phòng và giám sát nguồn chính, nguồn “back up” online; phát hiện đứt cáp cảm biến...

Trong khuôn khổ giới hạn của bài báo tác giả xin giới thiệu một sơ đồ xử lý tín hiệu

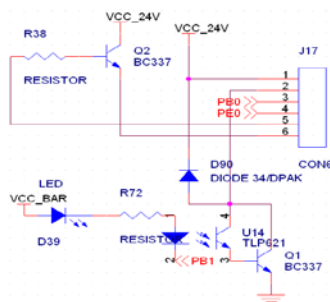
từ cảm biến điểm không (zero crossing) của điện áp để đo dòng qua bóng đèn (hình 3) và thuật toán thực hiện chức năng báo động khi cháy bóng (hình 3). Trong đó, điện áp tỷ lệ VP1 được đưa vào chân 5 IC LM358 thuật toán để phát hiện điểm không sau đó được cách ly thông qua IC cách ly quang 4N35 để chuyển tín hiệu vào đầu vào ngắt PD3 của ATMEGA32. Đây chính là một trong những điểm mới của bài báo so với các giải pháp hiện đang sử dụng trên thế giới là sử dụng rơ le dòng, biến dòng hoặc transistor công suất tiếp xúc trực tiếp với mạch công suất.

Mạch cảm biến cháy bóng đèn sử dụng công nghệ mới có sơ đồ hình 3.

Trong đó dòng điện AC hoặc DC đi qua cầu D89 sau đó đi qua hai diode D87 và D88 tạo ra sụt áp khoảng 1VDC, điện áp này tương đối ổn định và đủ để kích hoạt cách ly quang U3B mắc song song để đưa tín hiệu vào hệ vi điều khiển. Ưu điểm lớn nhất của mạch này là nó có thể sử dụng cho cả nguồn xoay chiều và một chiều, sử dụng cho tất cả các loại bóng đèn chiếu sáng có công suất khác nhau mà không cần có một điều chỉnh gì trong mạch. Mạch dimmer và kích chuông báo động có sơ đồ hình 4. Mạch tác động ra đèn báo sử dụng cách ly quang để đảm bảo an toàn cho vi xử lý, tín hiệu sau cách ly quang được kích hoạt cho IC driver đầu ra ULN2803 có dòng tải lên tới 500 mA.



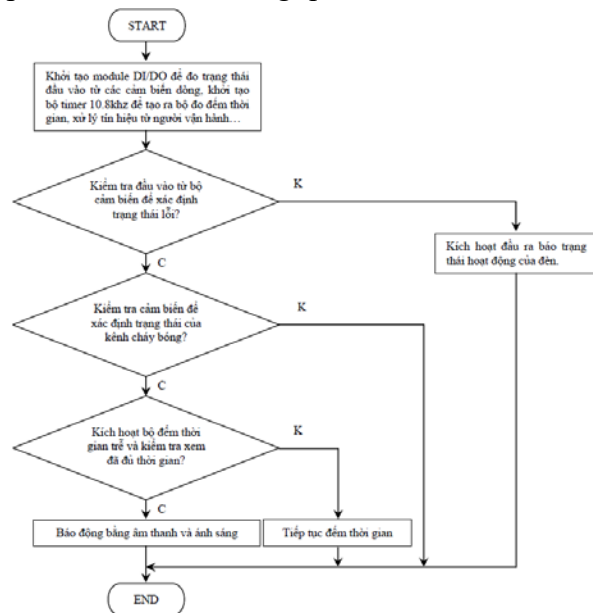
Hình 3. Sơ đồ cấu trúc mạch cảm biến cháy bóng đèn.



Hình 4. Sơ đồ mạch dimmer và kích chuông báo động.

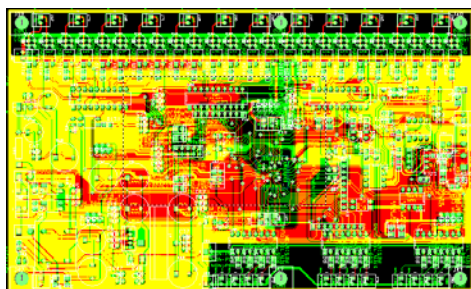
Như vậy với sơ đồ giao diện với đèn hành trình (hình 3) thì giải pháp này đã có những điểm mới sau:

- Có thể sử dụng cho đèn với cả hai loại nguồn xoay chiều AC và một chiều DC do sử dụng mạch chỉnh lưu D89;
- Có thể sử dụng cho đèn với dải công suất lớn tùy thuộc vào dòng định mức của D89;
- Cách ly quang giữa phần công suất và phần điều khiển thông qua IC U3B.

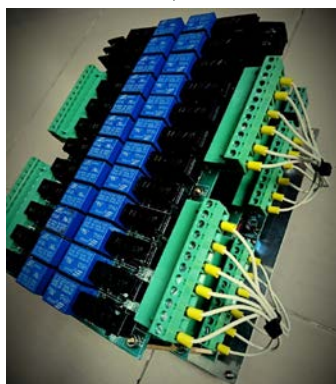


Hình 5. Lưu đồ thuật toán phát hiện trạng thái của cảm biến.

Để chế tạo mạch in cho trung tâm báo cháy phân tán ta phải vẽ sơ đồ mạch điều khiển trên phần mềm thiết kế chuyên dụng. Trong đó, Ocad là một phần mềm thông dụng và phổ biến ở Việt Nam hiện nay. Sơ đồ mạch nguyên lý được thiết kế bằng phần mềm Ocad như hình 6a. Hình ảnh của mạch in sau khi đã hàn gắn linh kiện và đóng gói sản phẩm như hình 6b. Kích thước của sản phẩm là 220x150x180 đã được giảm thiểu đi đáng kể so với các sản phẩm cùng loại của thị trường.



a)



b)

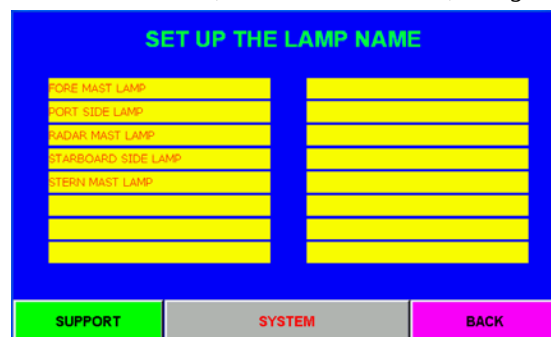
Hình 6. Sơ đồ mạch in (a) và hình ảnh của module xử lý trung tâm (b).

5. Thiết kế giao diện giám sát cho màn hình HMI

Trung tâm giao diện vận hành ứng dụng màn hình giao diện cảm ứng HMI có nhiệm vụ kết nối với các trung tâm xử lý qua mạng truyền thông để thu thập và xử lý tín hiệu từ các kênh cảm biến, có thể kết nối với máy tính PC để quản lý và giám sát hệ thống mạng, lưu trữ các dữ liệu quá trình, dữ liệu nhật ký vận hành hệ thống đèn vào một cơ sở dữ liệu SQL server, điều này rất quan trọng cho sự quản lý hệ thống trong công tác bảo trì, sửa chữa. Để lập trình phần mềm cho màn hình HMI ta sử dụng phần mềm chuyên dụng DOPSoft của hãng Delta, chương trình sau khi soạn thảo sẽ được biên dịch và nạp tập lệnh dạng C vào trong màn hình. Như vậy với giải pháp này giao diện vận hành được thực hiện bằng nút nhấn mềm và mở ra khả năng kết nối rất đa dạng với các hệ thống khác nhất là các hệ thống điều khiển giám sát conning. Một số giao diện đồ họa được thiết kế cho hệ thống như hình 7, hình 8.



Hình 7. Giao diện của sổ chính của hệ thống.



a)



b)

Hình 8. Giao diện cài đặt của người vận hành (a) và giao diện lưu nhật ký báo động (b).

Màn hình HMI có cổng truyền thông RS485 để giao diện với module điều khiển đèn còn có thêm cổng truyền thông ethernet với chuẩn giao diện TCP/IP nên có thể kết nối với các hệ thống khác rất dễ dàng.

Sau khi thực hiện các nhiệm vụ ở các mục 4 và 5 ta có sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình cho tàu biển bao gồm một trung tâm xử lý trung tâm (đóng vai trò một bộ thu thập và xử lý sơ bộ) và một bộ giao diện người vận hành như hình 2.

6. Kết luận

Với giải pháp nghiên cứu của bài báo, một trung tâm xử lý có khả năng quản lý 12 bộ đèn kép loại DC và AC có dải công suất lên tới 100W mỗi đèn, và một trung tâm giao

diện vận hành HMI có thể quản lý được 32 trung tâm xử lý như vậy một hệ thống có thể quản lý được 384 đèn hành trình và tín hiệu, với số lượng lớn đèn thì hệ thống là giải pháp tốt cho các tàu khách và du lịch cỡ lớn. Việc nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ cao là xu hướng tất yếu mang tính thời đại. Bài báo đã giải quyết được các vấn đề cụ thể là nghiên cứu, thiết kế chế tạo hoàn chỉnh một hệ thống điều khiển và giám sát đèn hành trình trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật số, mạng truyền thông công nghiệp để hoàn thiện các mục tiêu đã đề ra ở trên, đáp ứng được các yêu cầu của đăng kiểm ngành Hàng hải và sử dụng lắp đặt trên tàu biển. Phát triển và ứng dụng lý thuyết về vi điều khiển, vi xử lý và hệ SCADA vào thực tiễn cuộc sống. Kết quả nghiên cứu cùng sản phẩm chế tạo được sẽ làm phong phú thêm bài giảng và mô hình vật lý phục vụ công tác thực hành thí nghiệm, đào tạo nguồn nhân lực tự động hóa □

Tài liệu tham khảo

- [1] Hoàng Minh Sơn, Mạng truyền thông công nghiệp, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
- [2] Phạm Thượng Hàn, Xử lý số tín hiệu và ứng dụng, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 2006.
- [3] ATMEGA8 Instruction Manual, ATMEL.
- [4] Global Marine & Offshore Lighting Solutions, Catalogue Control Panel for Navigation Light.
- [5] Azam, Clémentine et al. 2018. "Evidence for Distance and Illuminance Thresholds in the Effects of Artificial Lighting on Bat Activity." *Landscape and Urban Planning* 175(December 2016): 123–135. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204618300677>.
- [6] Bolton, D. et al. 2017. "Coastal Urban Lighting Has Ecological Consequences for Multiple Trophic Levels under the Sea." *Science of the Total Environment* 576: 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.037>.
- [7] Kang, T. W. et al. 2017. "Strong Thermal Stability of Lu₃Al₅O₁₂:Ce³⁺ single Crystal Phosphor for Laser Lighting." *Journal of Luminescence* 191: 35–39.
- [8] Liao, Ran, and Hui Ma. 2014. "Probing the Suspended Marine Algae Using Polarized-Light Scattering." *OCEANS 2014 - TAIPEI*: 1–5.
- [9] Lin, Cheng-wei, Li-wei Wang, and Ching-cheng Lee. 2012. "Energy-Efficient Electronic Light Sources for Marine Vessels Chun-Lien Su Yi-Hung Yeh Ching-Hsiang Liu." *2012 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*: 1–11.
- [10] Range, Luminous. 2017. "Proposed Minimum Luminous Range for Existing Lighthouses in This Age of Global Navigation Satellite Systems by Using the Correlation between Light Intensity And." *UMK Procedia* 6: 29–36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enavi.2017.05.004>.
- [11] Shen, Eric, Jia Hu, and Maulin Patel. 2014. "Energy and Visual Comfort Analysis of Lighting and Daylight Control Strategies." *Building and Environment* 78: 155–170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.04.02>.
- [12] Tian, Xiaorui, Ran Liao, Yi Tao, and Jianghu Wu. 2013. "Obtaining Shape Information of Marine Microorganisms Using Polarized-Light Scattering." *2013 OCEANS - San Diego*: 2–6.
- [13] Tsiotsios, Chourmouziou, Andrew J. Davison, and Tae Kyun Kim. 2017. "Near-Lighting Photometric Stereo for Unknown Scene Distance and Medium Attenuation." *Image and Vision Computing* 57: 44–57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.imavis.2016.10.005>.
- [14] Wang, Rong Tsu, and Jung Chang Wang. 2016. "Analyzing the Structural Designs and Thermal Performance of Nonmetal Lighting Devices of LED Bulbs." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 99: 750–761. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.03.112>.
- [15] Yasin, Mohammad Salman, Mohammad Sharier Islam, and Tanmoy Biswas. 2016. "Design of a Low-Cost Lighting System for the Rural Areas of Bangladesh." *2016 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*: 4–7.

Ngày nhận bài: 4/12/2018

Ngày chuyển phản biện: 7/12/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 28/12/2018

Ngày chấp nhận đăng: 4/1/2019