

DESIGN OF AN INTELLIGENT CAR LIGHT CONTROL SYSTEM

Dang Thi Loan Phuong, Le Thi Thu Phuong*

TNU – University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 13/12/2022 Revised: 08/02/2023 Published: 08/02/2023	Automotive lighting technology is becoming more and more popular these days. Embedded systems in auto control have also been applied by many researchers. However, popular cars almost only offer automatic lights on and off. In order to increase safety and increase visibility while driving, the authors used an Arduino controller to collect and process data from optical sensors placed in suitable positions to give control commands to the driver actuators such as relays to turn on and off auxiliary lights, cap rheostats in lights to increase or decrease brightness when lighting conditions change. At the same time, the author also studied and put an extra light system that can automatically turn on and off when the driver steers or the right or left turn signal switch to the right or left, the system auxiliary lights will be turned on to illuminate the corners to avoid hidden spots. The light system also has the ability to automatically turn on and off low and high beam headlamps by changing the lighting angle of the lights, but the cost for this automatic lighting system is low. The result of the system is good and stable, when in automatic mode the system will automatically turn on and off the lights accordingly without the need of an operator.
KEYWORDS Servo motor Arduino Nano Car lights Static and dynamic lighting C++ programming language	

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐÈN XE THÔNG MINH

Đặng Thị Loan Phương, Lê Thị Thu Phương*

Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông - ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 13/12/2022 Ngày hoàn thiện: 08/02/2023 Ngày đăng: 08/02/2023	Công nghệ chiếu sáng trên ô tô ngày nay ngày càng trở nên phổ biến hơn. Hệ thống nhúng trong điều khiển ô tô cũng đã được rất nhiều các nhà nghiên cứu áp dụng. Tuy nhiên các dòng xe ngày nay phổ biến hầu như chỉ đưa ra được hệ thống đèn tự động bật, tắt. Để tăng độ an toàn và tăng khả năng quan sát khi lái xe, nhóm tác giả đã sử dụng bộ điều khiển Arduino thu thập và xử lý dữ liệu từ các cảm biến quang đặt ở các vị trí phù hợp để đưa lệnh điều khiển tới các thiết bị chấp hành như các rơle bật tắt đèn phụ, các biến trở lắp ở các đèn chiếu sáng để tăng giảm độ sáng khi điều kiện ánh sáng thay đổi. Đồng thời nhóm tác giả cũng nghiên cứu và lắp đặt thêm một hệ thống đèn phụ có khả năng tự bật và tắt khi người lái đánh lái hay khi bật công tắc báo hiệu xi nhan sang phải hoặc sang trái, hệ thống đèn phụ sẽ được bật lên để chiếu sáng vào các góc rẽ nhằm tránh những điểm khuất. Đồng thời hệ thống đèn còn có khả năng tự động bật và tắt chế độ Pha Côt bằng cách thay đổi góc chiếu sáng của đèn mà chi phí cho hệ thống đèn tự động này giá thành thấp. Kết quả của hệ thống hoạt động tốt và ổn định, khi ở chế độ tự động hệ thống sẽ tự động bật tắt các loại đèn sao cho phù hợp mà không cần người điều khiển.
TỪ KHÓA Động cơ servo Aduino Nano Đèn chiếu sáng ô tô Chiếu sáng tĩnh, động Ngôn ngữ lập trình C	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7094>

* Corresponding author. Email: ltphuong@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Vấn đề chiếu sáng trên ô tô là vô cùng quan trọng. Người lái dựa vào ánh sáng được chiếu để quan sát và lái xe một cách an toàn hơn, giảm bớt thao tác cũng như giúp người lái thoải mái hơn trong việc lái xe. Với các dòng xe truyền thống và dòng xe thông thường thì hệ thống đèn xe vẫn chỉ sử dụng công nghệ chiếu sáng cũ, chỉ với những dòng xe hiện đại có giá thành cao thì mới được áp dụng hệ thống đèn xe thông minh.

Tại Việt Nam các nghiên cứu về đèn xe thông minh chưa được phổ biến và chỉ dừng lại ở việc tự động bật tắt các đèn chiếu sáng trước và sau xe.

Ngày nay trên thế giới có rất nhiều phương pháp để điều khiển đèn xe thông minh và đã được áp dụng nhiều trong các dòng xe hiện đại [1], sử dụng các loại cảm biến để đo cường độ ánh sáng thực tế và tự động bật và tắt đèn xe [2]. Trong đó bộ điều khiển sử dụng arduino [3] để điều khiển động cơ quay làm xoay góc chiếu sáng của đèn, đồng thời bật tắt đèn phụ trên xe làm nhiệm vụ tạo cho người lái xe góc sáng rộng để dễ dàng quan sát khi lái xe [4]. Các cảm biến quang được bố trí ở các vị trí phù hợp trên xe để giúp phát huy tác dụng cảm nhận được mức cường độ ánh sáng [5] và thay đổi chế độ sáng gần và xa (chế độ Pha – Cốt) [6] của xe giúp cho người đối diện không cảm thấy khó chịu và bị chói mắt, mất tầm quan sát gây ra sự không an toàn, đồng thời hệ thống được lắp đặt thêm encoder để đo tốc độ [7] và hiển thị tốc độ lái xe, giúp người lái dễ dàng quan sát và điều chỉnh tốc độ [8].

Nghiên cứu này trình bày một giải pháp để chế tạo hệ thống đèn xe thông minh có thể đáp ứng được các yêu cầu thiết yếu, đồng thời có thêm hệ thống đèn phụ để tăng khả năng chiếu sáng ở các góc khuất mà giá thành của hệ thống rẻ, hoạt động ổn định.

2. Phân tích lựa chọn thiết bị

2.1. Arduino Nano

Arduino Nano là bo mạch sử dụng vi điều khiển ATmega328P hoặc ATmega168 tích hợp sẵn các chân vào ra đơn giản, nhỏ gọn dựa trên mã nguồn mở được phát triển bởi Arduino.cc, bản thân Arduino Nano có ưu thế về mặt kích thước, nhỏ gọn hơn với các loại Arduino uno và Arduino mega. Arduino Nano có thể hoạt động một cách độc lập kết nối với các thiết bị điện tử, cũng có thể giúp cho những người mới tìm hiểu về Arduino có thể kết nối với PC, phối hợp với Flash, Xử lý, Max/Msp, PD và các phần mềm khác một cách dễ dàng. Điều này giúp Arduino Nano là lựa chọn phù hợp cho hệ thống chiếu sáng một cách chủ động.

2.2. Động cơ Servo [4]

- Động cơ Servo là loại động cơ được thiết kế như một hệ thống vòng khép kín bao gồm động cơ servo, bộ phận điều khiển, trục, bánh răng và bộ khuếch đại, bộ mã hoá... chúng được liên kết với nhau tạo thành một hệ thống thống nhất.

* Cấu tạo của động cơ Servo



Hình 1. Cấu tạo của động cơ servo đồng bộ và cảm ứng

Mỗi loại động cơ sẽ có một cấu tạo khác nhau, nhưng chúng đều có 2 phần chính đó là roto và stato.

Mô tơ động cơ Servo AC về cơ bản khá là giống so với động cơ bước. Stator là cuộn dây cuốn riêng biệt và rotor chính là một nam châm vĩnh cửu. Hình 1 là cấu tạo của một động cơ Servo.

- Nguyên lý hoạt động của động cơ Servo DC dựa trên cấu tạo của bốn thành phần chính: bộ điều khiển, sensor cảm biến vị trí, động cơ một chiều và các cụm bánh răng.

Người ta sử dụng một chiết áp nhằm thay đổi mức điện áp tương ứng đưa vào động cơ để thay đổi tốc độ động cơ. Ở một số các mạch, người ta tạo ra các xung điều khiển nhằm tạo ra điện áp tham chiếu một chiều tương ứng với vị trí hoặc tốc độ mong muốn của động cơ. Nó được áp dụng cho bộ chuyển đổi điện áp, độ rộng xung.

2.3. Hệ thống đèn ô tô sử dụng ở trước, sau xe

* Hệ thống đèn trước của xe

- Đèn chiếu sáng trước của xe vô cùng quan trọng đối với người lái, nó giúp cung cấp ánh sáng khi lái xe trong điều kiện thiếu ánh sáng. Hệ thống chiếu sáng trước cho ô tô có hai chế độ: Chế độ pha được sử dụng để chiếu xa và chế độ cos được dùng khi chiếu gần [5].

- Đèn xi nhan hay còn gọi là đèn báo rẽ nhằm báo hiệu, xin đường khi xe cần chuyển làn, chuyển hướng (rẽ trái, rẽ phải).



Hình 2. Cụm đèn phía trước của xe ô tô



Hình 3. Cụm đèn phía sau

Hình 2 là hình ảnh của cụm đèn trước của xe ô tô.

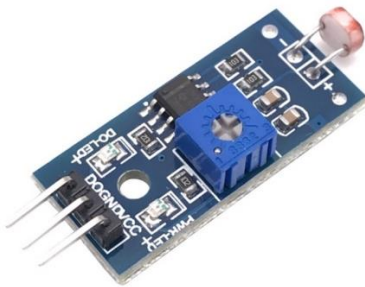
* Đèn chiếu sáng phía sau cho xe ô tô

Đèn hậu giúp người lái có thể định vị được vị trí khi xe di chuyển trong điều kiện thiếu ánh sáng. Đèn lùi nhằm cung cấp ánh sáng giúp cho người lái có thể dễ dàng quan sát khi lùi xe.

Đèn phanh sáng khi đạp phanh nhằm báo hiệu cho người hoặc các phương tiện phía sau biết xe đang phanh để có hướng xử lý kịp thời [6].

Hình 3 là hình ảnh của cụm đèn phía sau của xe ô tô.

2.4. Cảm biến ánh sáng



Hình 4. Module cảm biến ánh sáng sử dụng để đo cường độ ánh sáng.

Hình 4 là module cảm biến ánh sáng sử dụng để đo cường độ ánh sáng Lux nhằm điều chỉnh độ sáng của đèn.

Module cảm biến ánh sáng hoạt động dưới nguyên tắc khi cường độ ánh sáng thay đổi thì giá trị điện trở của cảm biến cũng thay đổi, quang trở được tạo ra từ vật liệu bán dẫn có trở kháng cao, và không có tiếp giáp. Trong bóng tối, quang trở có điện trở khá lớn lên đến vài MΩ. Khi có

ánh sáng chiếu vào, điện trở giảm xuống mức một vài trăm Ω . Cường độ ánh sáng càng lớn thì điện trở của quang trở càng giảm mạnh. Độ chính xác của cảm biến là $\pm 5\%RH$.

Dựa vào hiệu ứng quang điện đối với chất bán dẫn khi ánh sáng chiếu vào chất bán dẫn. Khi chiếu ánh sáng vào vật liệu bán dẫn. Khi cường độ ánh sáng đủ lớn sẽ làm bật các electron khỏi phân tử, và tự do trong khối chất làm chất bán dẫn thành chất dẫn điện. Số photon được hấp thụ quyết định mức độ dẫn điện. Cảm biến hoạt động ở mức điện áp 3,3 đến 5 V, có các chân tương ứng như sau:

DO: Đây là chân tín hiệu đầu ra số, với chân này thì tín hiệu đầu ra của cảm biến sẽ ở 2 mức 0 hoặc 1.

AO: Đầu ra Analog là đầu ra tín hiệu tương tự. Sử dụng chân đầu ra tín hiệu tương tự để đưa vào bộ điều khiển để nhận biết cường độ ánh sáng.

GND: Chân nối đất

VCC: Được nối nguồn 3,3 V đến 5 V một chiều.

2.5. Chiết áp vi chỉnh

Chiết áp là linh kiện vô cùng quan trọng và không thể thiếu trong các bộ chia áp với tên tiếng anh là Potentiometer [7]. Con chạy của chiết áp được sử dụng để thay đổi giá trị điện trở. Khi ta đặt điện áp lên chiết áp vừa thay đổi giá trị điện trở thì giá trị điện áp cũng sẽ thay đổi tỷ lệ thuận.

Tính năng của chiết áp đó là giúp kiểm soát được sự sụt giảm điện áp của các mạch nối tiếp hoặc dòng điện trong mạch mắc song song. Các ứng dụng của mỗi một loại chiết áp sẽ khác nhau, và chúng dùng phổ biến trong các thiết bị âm thanh, cảm biến hoặc trong chiếu sáng để tăng giảm độ sáng. Hình 5 là hình ảnh của loại chiết áp vi chỉnh được sử dụng trong hệ thống.

* Thông số kỹ thuật của chiết áp WDX3

Giá trị của chiết áp là 10 k, công suất tiêu thụ của chiết áp 2 W.



Hình 5. Chiết áp vi chỉnh



Hình 6. Mạch L298 giúp điều khiển động cơ

2.6. Modul L298

L298 là loại mạch điều khiển động cơ có khả năng điều khiển được 2 động cơ điện một chiều có tích hợp sẵn diod bảo vệ và IC nguồn nhằm cung cấp nguồn 5 VDC (Hình 6). Module hoạt động trong dải điện áp cấp là 5-30 VDC.

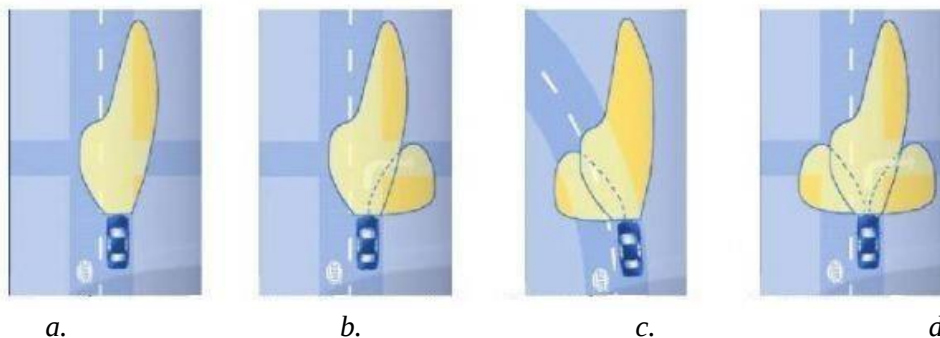
Module L298 có 4 chân đầu vào INPUT tương ứng các chân 5, 7, 10, 12 được nối với các chân IN1, IN2, IN3, IN4 làm nhiệm vụ nhận tín hiệu điều khiển. 4 chân đầu ra 2, 3, 13, 14 của L298 được nối với động cơ, nhiệm vụ của nó là đưa tín hiệu đầu ra điều khiển động cơ. Chân ENA, ENB dùng để điều khiển các mạch cầu H trong L298. Nếu ở mức “1” thì mạch cầu H hoạt động, ngược lại nếu ở mức “0” thì mạch cầu H ngừng hoạt động. Trong điều khiển đèn thông minh nhiệm vụ của L298 nhằm đảo chiều quay của động cơ để thay đổi góc chiếu của đèn cho phù hợp.

- Khi ENA = 0: Động cơ không quay với mọi đầu vào.
- Khi ENA = 1;
- + INT1 = 1; INT2 = 0: động cơ quay thuận.
- + INT1 = 0; INT2 = 1: động cơ quay nghịch.
- + INT1 = INT2: động cơ dừng ngay tức thì (tương tự với các chân ENB, INT3, INT4).

3. Thiết kế xây dựng hệ thống đèn ô tô thông minh

3.1. Thiết kế hệ thống chiếu sáng tĩnh [8]

Khi thiết kế mô hình hệ thống chiếu sáng trên ô tô thông minh như hình vẽ trên sẽ bố trí thêm 2 đèn phụ đặt cạnh 2 đèn cốt để chiếu sáng bổ sung cho đèn cốt khi xe đi vào đường cua. 2 đèn phụ được điều khiển dựa theo các cảm biến tốc độ, cảm biến góc lái và tín hiệu bật tắt đèn xi nhan trên xe đưa về, tất cả các tín hiệu này đưa về bộ điều khiển trung tâm. Từ đây bộ điều khiển sẽ đưa ra tín hiệu điều khiển tới hệ thống các đèn phụ. Các chế độ đó được minh họa trong hình 7.



Hình 7. Các chế độ hoạt động của đèn chiếu sáng góc cua tĩnh

* Nguyên lý hoạt động

Bộ điều khiển trung tâm sử dụng arduino sẽ nhận tín hiệu từ các cảm biến góc bẻ lái, cảm biến tốc độ và tín hiệu đèn xi nhan đưa về và nhận dạng các điều khiển vận hành của xe để đưa ra tín hiệu điều khiển gửi tới hệ thống, đèn chiếu sáng góc cua tĩnh bật lên để bổ sung ánh sáng cho đèn cos. Cụ thể khi bật xi nhan trái thì đèn góc cua bên trái sẽ bật, và khi bật xi nhan phải thì đèn góc cua bên phải bật. Hoặc khi xe chạy dưới tốc độ 40 km/h, bộ điều khiển trung tâm có nhiệm vụ kích hoạt các đèn chiếu sáng góc cua khi vào cua với góc cua gấp (cua xe bên nào thì đèn chiếu sáng góc cua bên đó được kích hoạt). Bộ điều khiển trung tâm sẽ liên tục nhận các tín hiệu cảm biến đưa về và xử lý để điều khiển các đèn đáp ứng về điều kiện chiếu sáng, từ đó các vùng chiếu sáng của xe sẽ luôn chủ động theo góc cua của điều kiện đường xá.

Khi sử dụng hệ thống đèn chiếu sáng góc cua, việc bật tắt đột ngột các đèn chiếu sáng góc cua có thể làm loá mắt hoặc làm “giật mình” người điều khiển xe đối diện khi các vùng sáng của đèn chiếu sáng góc cua bất ngờ xuất hiện, để tránh hiện tượng này, hệ thống chiếu sáng góc cua sử dụng hệ thống đèn dimme, điều khiển việc sáng - tắt của các đèn chiếu sáng góc cua một cách từ từ, ánh sáng của đèn chiếu sáng góc cua dần tăng và dần giảm trong ít giây thời gian.

3.2. Hệ thống chiếu sáng động

Đèn liếc động ngày nay trở nên rất phổ biến và khá đa dạng phong phú khi thị trường xe ô tô hiện nay đang phát triển. Phổ biến nhất hiện nay là loại hệ thống đèn liếc động có khả năng thay đổi góc chiếu sáng của đèn pha dựa trên hiện tượng khúc xạ ánh sáng. Tấm chắn được đặt phía trước các bóng đèn ở trong chóa đèn, khi luồng ánh sáng đưa vào gặp các tấm chắn khác nhau sẽ cho các tia sáng khác nhau, vì vậy giúp cho ta có thể thay đổi khu vực chiếu sáng dựa vào góc đánh lái. Xoay các tấm chắn, động cơ này được điều khiển nhờ bộ điều khiển trung tâm khi bộ điều khiển nhận được tín hiệu từ các cảm biến được bố trí trên ô tô.

Tuy nhiên giá thành của đèn liếc động khá cao và để thiết kế được hệ thống đèn liếc động như vậy là tương đối khó. Nên ở đây tác giả đã lựa chọn thay đổi vùng chiếu sáng của đèn Cốt theo góc đánh lái vô lăng.

Để thay đổi được vùng chiếu sáng của đèn Cốt theo góc chiếu sáng của vô lăng, nhóm tác giả chọn giải pháp thiết kế board mạch điều khiển động cơ servo xoay chóa đèn Cốt dựa trên các tín hiệu bật đèn Cốt, góc xoay vô lăng và tín hiệu tốc độ.

3.3. Hệ thống tự động bật đèn đầu xe và hệ thống tự động chuyển Pha – Cốt

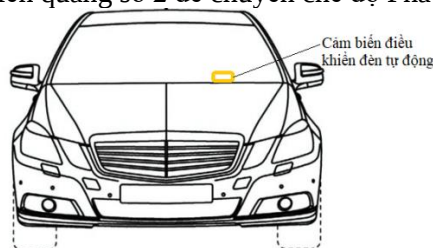
* Ý tưởng thiết kế hệ thống tự động bật đèn đầu

Ngày nay hệ thống tự động bật tắt đèn đầu được sử dụng khá phổ biến trong các loại xe đời mới. Người ta sẽ bố trí cảm biến ánh sáng ở vị trí như hình 8. Khi ánh sáng từ môi trường bên ngoài yếu đi cảm biến sẽ tự động gửi tín hiệu tới bộ điều khiển để đóng relay mở đèn đầu xe.

* Thiết kế hệ thống tự động chuyển Pha – Cốt

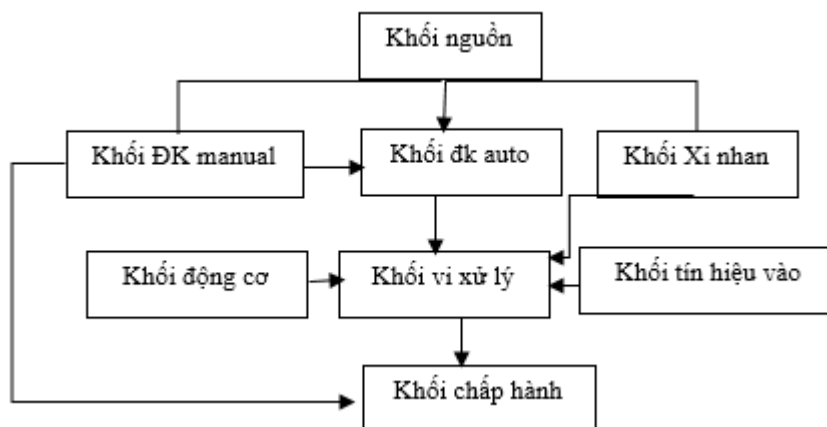
Chế độ đèn pha giúp cho người lái có thể nhìn xa khi trời tối tiện cho việc đi trên xa lộ hoặc những nơi vắng người. Tuy nhiên, việc sử dụng đèn pha sẽ làm loá mắt hoặc làm giảm khả năng quan sát của tài xế đi đối diện. Khi đó, người ta sẽ cần đổi chế độ đèn Pha sang đèn Cốt. Hệ thống điều khiển đèn tự động sẽ nhận biết khi có xe đi ngược chiều bằng cảm biến ánh sáng đặt ở đầu xe và đổi chế độ Pha sang Cốt một cách chủ động để tiện cho người lái.

Hình 8 là vị trí lắp đặt cảm biến quang số 2 để chuyển chế độ Pha Cốt.



Hình 8. Vị trí các cảm biến được bố trí trên xe

3.4. Sơ đồ khối và lưu đồ thuật toán của mô hình hệ thống điều khiển đèn xe thông minh

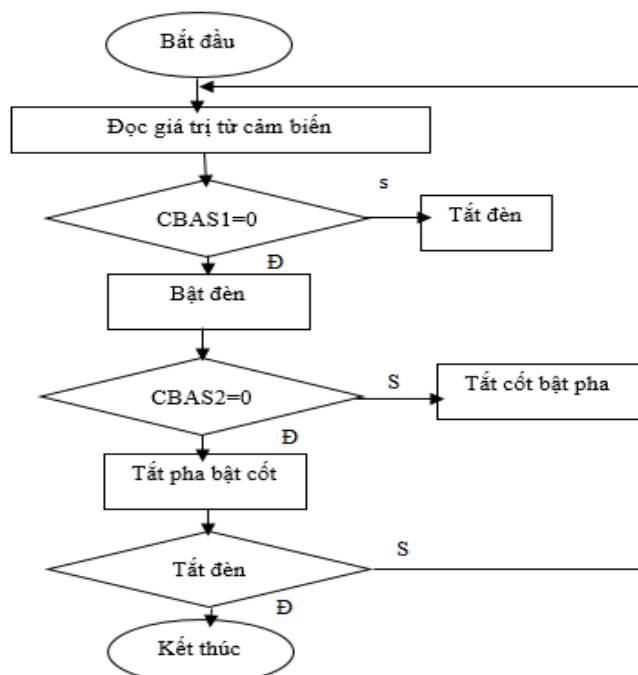


Hình 9. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển đèn xe thông minh

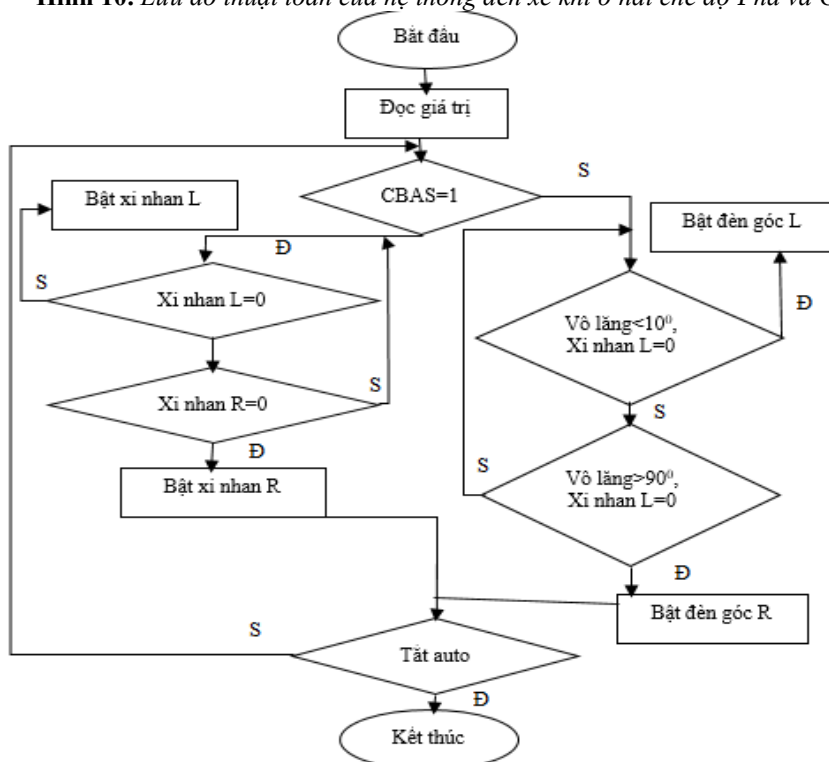
Hình 9 là sơ đồ khối của hệ thống với các khối điều khiển, khối chấp hành, khối nguồn và các khối cảm biến.

Hình 10 và hình 11 là lưu đồ thuật toán của hệ thống đèn xe thông minh với chế độ tự động điều chỉnh bóng ở Cốt và Pha và chế độ bật đèn phụ ở bên trái và phải khi rẽ sang trái hoặc rẽ sang phải.

Khi bật hệ thống, hệ thống sẽ bắt đầu kiểm tra tín hiệu của các cảm biến. Nếu cảm biến quang số 1 được lắp ở thân xe = 0 tức là đang ở trong điều kiện thiếu ánh sáng. Khi này hệ thống đèn xe sẽ tự động bật lên. Cảm biến quang số 2 được lắp ở đầu xe có nhiệm vụ phát hiện có xe đối diện và sẽ tự động chuyển chế độ từ Pha sang Cốt. Đồng thời hệ thống đèn sau của xe khi lùi vẫn hoạt động như bình thường.



Hình 10. Lưu đồ thuật toán của hệ thống đèn xe khi ở hai chế độ Pha và Cốt



Hình 11. Lưu đồ thuật toán của hệ thống điều khiển chế độ đèn phụ để rẽ trái và rẽ phải

3.5. Sản phẩm thực tế đạt được

Hình 12 là hình mặt trước và sau của mô hình hệ thống đèn xe thông minh. Kết quả cho thấy hệ thống đèn thông minh đã hoạt động đúng như yêu cầu đề ra, có tính ứng dụng trong thực tế và giá thành tương đối rẻ hơn so với giá cả trên thị trường.



Hình 12. Mặt trước và mặt sau của mô hình điều khiển đèn xe thông minh

Bảng 1. So sánh hệ thống đèn xe thông minh với hệ thống đèn xe được lắp trên dòng xe vios hiện nay

Các chế độ	Hệ thống đèn thông minh	Hệ thống đèn vios
Chế độ Pha Cốt	Tự động chuyển chế độ khi gặp xe đối diện trong khoảng cách 1 km, thời gian tác động 3 s.	Không tự động chuyển chế độ đèn Pha sang Cốt
Chế độ chiếu sáng khi đi vào đường rẽ	Khi có tín hiệu rẽ sau 1 s xe sẽ tự động bật đèn phụ, góc chiếu sáng tăng lên 1 góc 30 độ. Hoặc khi tài xế đánh lái sang phải hoặc trái một góc lớn hơn 90 độ thì sau 1 s hệ thống đèn phụ sẽ bật lên.	Không có đèn phụ ở hai bên nên khả năng chiếu sáng ở góc hẹp bị hạn chế.
Chế độ auto	Tự động bật đèn khi cường độ ánh sáng giảm mạnh nhất là khi trời tối.	Không có chế độ auto. Bật tắt đèn phải làm thủ công.

Bảng 1 so sánh giữa hệ thống đèn xe thông minh khi lắp đặt vào dòng xe vios và hệ thống đèn xe vios nguyên bản. Trong bảng cho thấy sự tiện lợi và tính ứng dụng cao hơn so với đèn dòng xe vios hiện nay.

4. Kết luận

Việc ứng dụng hệ thống chiếu sáng thông minh trên xe ô tô mang lại nhiều lợi ích khi di chuyển với điều kiện ánh sáng không tốt, đặc biệt là khi di chuyển với tốc độ cao. Hệ thống đảm bảo yêu cầu chiếu sáng tốt, tiện lợi đảm bảo an toàn cho người lái xe. Tuy nhiên hệ thống khá phức tạp nên điều khiển đèn còn chưa tối ưu thời gian phản hồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] A. Radhakrishnan and V. Anand, "Design of an intelligent and efficient light control system," *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, vol. 2, no. 2, pp. 117-120, 2013.
- [2] H. Cheng, C. Yi, T. F. Tsao, and C. L. Hsu, "Intelligent Energy Conservation System Design Based on Hybrid Wireless Sensor Network," *IPCSIT*, vol. 23, pp. 110-114, 2012.
- [3] A. N. Kumaar, G. Kiran, and T. Sudarshan, "Intelligent lighting system using wireless sensor networks," *International Journal of Ad hoc, Sensor & Ubiquitous Computing*, vol. 1, no. 4, pp. 17-27, 2010.
- [4] V. Singhvi, A. Krause, C. Guestrin, H. Garrett, and H. S. Matthews, "Intelligent light control using sensor networks," *Proceedings of the 3rd International Conference on Embedded networked Sensor Systems*, San Diego, California, USA, 2005, pp. 218-229.
- [5] Y. Dakhole and P. Moon "Design of Intelligent Traffic Control System Based on ARM," *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, vol. 1, no. 6, pp. 76-80, 2013.
- [6] A. Mehmood and H. Song, "Smart, Energy-Efficient Hierarchical DataGathering Protocols for Wireless Sensor Networks," *Smart Computing Review*, vol. 5, no. 5, pp. 425-462, 2015.
- [7] T. Le, "Learn about car lighting systems," May 05, 2021. [Online]. Available: https://vinfastauto.com/vn_vi/tim-hieu-ve-he-thong-chieu-sang-tren-o. [Accessed November 21, 2021].
- [8] N. David, A. Chima, A. Ugochukwu and E. Obinna, "Design of a home automation system using arduino," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, no. 6, pp. 759-803, 2015.