

THỰC NGHIỆM KIỂM CHỨNG KHẢ NĂNG ĐÁP ỨNG TÚI KHÍ Ô TÔ TRÊN MÔ HÌNH EXPERIMENTAL VERIFICATION OF AUTOMOTIVE AIRBAG RESPONSE CAPABILITY ON MODEL

NGUYỄN PHƯỚC THÀNH¹, MAI PHƯỚC TRÁI^{1,a}, PHẠM QUỐC PHONG²

¹ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

² Trường Đại học Trà Vinh.

^aTác giả liên hệ: traimp@vlute.edu.vn

Nhận bài(Received): 30/07/2023; Phản biện(Reviewed): 04/8/2023; Chấp nhận(Accepted): 26/10/2023

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo mô hình điều khiển khả năng đáp ứng một túi khí trên ô tô. Chip cảm Atmega328P tích hợp trên Arduino được dùng làm phần cứng cho bộ điều khiển trung tâm. Cảm biến loadcell được sử dụng để đọc giá trị lực va chạm. Để tái sử dụng cho học tập và nghiên cứu, nhóm tác giả sử dụng máy nén khí và van điều khiển khí nén bằng điện thay cho ngòi nổ tạo khí trong túi khí. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình C++ để viết chương trình điều khiển túi khí. Thời gian kích hoạt túi khí đáp ứng theo giá trị lực va chạm và được hiển thị qua màn hình LED. Sinh viên có thể thực hành thay đổi chương trình điều khiển và quan sát hoạt động của túi khí trên mô hình túi khí. Sản phẩm của nghiên cứu làm cơ sở cho các nghiên cứu chuyên sâu về tính năng an toàn của túi khí khi xảy ra va chạm trên ô tô.

Từ khóa: Túi khí, lực va chạm, thời gian kích hoạt túi khí, mô hình túi khí..

ABSTRACT

This paper presents the result of the manufacturing research of a control model for the automotive airbag response capability. The Atmega328P chip integrated into the Arduino is used as the hardware for the central controller. The loadcell sensor is used to read the impact force value. For reuse for study and research, the authors use an air compressor and an electric pneumatic control valve instead of a gas generator in the airbag. In this study, the authors use the C++ programming language to write the airbag control program. The airbag activation time responds to the impact force value and is displayed through the LED screen. Students can practice changing the control program and observe the operation of the airbag on the airbag model. The products of the research serve as the basis for in-depth studies on the safety features of the airbags in cars.

Keywords: Airbag, impact force, airbag activation time, airbag model.

1. Giới thiệu

Túi khí là một thiết bị an toàn trên xe người ngồi trong khi va chạm và bảo vệ cơ thể họ khi chúng đập vào các đồ vật [1]. Mục đích của túi khí là để đệm cho bên trong như vô lăng hoặc cửa sổ [2].

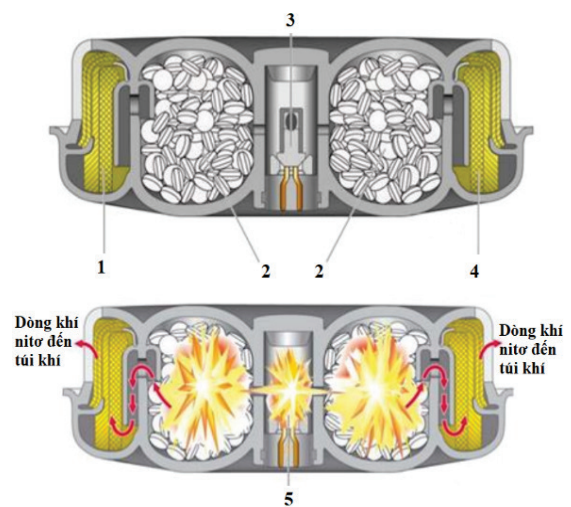
Túi khí liên quan trực tiếp đến sự an toàn của người lái xe và hành khách trong một vụ va chạm. Do đó hoạt động chính xác của hệ thống là một vấn đề quan trọng. Vì vậy, để đảm bảo độ chính xác và độ tin cậy của túi khí hoạt động, cần phải thiết kế một hệ thống hoạt động tốt [3]. Mặc dù nhiều nhà nghiên cứu đang tập trung nghiên cứu tối ưu thời gian kích hoạt túi khí. Tuy nhiên, thực tế là vẫn còn nhiều hạn chế, ở một mức độ nào đó tai nạn đã được gây ra bởi lỗi của hệ thống túi khí. Ví dụ, khi xe vận hành ngoài đường hoặc khi cảm biến bên trong bộ điều khiển túi khí (ACU) không bị va đập mạnh, các túi khí của xe có thể vô tình bung ra, mặc dù không xung đột đã xảy ra do tín hiệu giống như va chạm được gửi đến ACU. Ngoài ra, khi có tình hình thực tế yêu cầu bung túi khí, phần mềm được thiết kế đưa ra phán đoán sai và bỏ lỡ khung thời gian bung túi khí [4-5].

Để khắc phục các hạn chế của túi khí như đã trình bày tác giả nghiên cứu “*Thực nghiệm kiểm chứng khả năng đáp ứng túi khí ô tô trên mô hình*” với mục đích tạo ra một mô hình điều khiển túi khí có khả năng thay đổi thời gian kích hoạt mở túi khí tương ứng với lực va chạm nhằm tăng tính an toàn cho tài xế. Mô hình được dùng vào mục đích giảng dạy cho sinh viên ngành công nghệ ô tô. Bên cạnh đó, thuật toán của tác giả nghiên cứu cũng có thể dùng cho các nhà thiết kế xe ô tô tham khảo nhằm cải tiến tích hợp nó vào hộp điều khiển túi khí trên ô tô nhằm cải thiện và tăng tính năng an toàn của xe khi xảy ra tai nạn.

2. Hoạt động túi khí

Hệ thống túi khí trải qua các giai đoạn chính kể từ khi xe gặp va chạm cho đến khi túi khí bung như sau: Đầu tiên, hệ thống

điều khiển chính (ACU) nhận tín hiệu từ các cảm biến va chạm, gia tốc, tốc độ để nhận biết mức độ ảnh hưởng va chạm. Khi giá trị vượt qua giá trị quy định thì ngòi nổ trong bộ thổi mới đánh lửa. Nhiệt độ tăng cao từ ngòi nổ được kích hoạt ngay lập tức đốt cháy chất mồi lửa và lan sang các hạt tạo khí (NaN_3) tạo ra một lượng lớn khí Nitơ. Sau đó, túi khí với áp lực lớn của khí giãn nở xé rách lớp ngoài của vỏ lạng và bung ra. Túi khí được bơm căng để giảm tác động lực người ngồi trên xe và ngay lập tức khí từ túi khí thoát ra ở các lỗ xả phía sau để giữ an toàn cho tài xế và hành khách [6-8]. Hình 1 hiển thị cấu tạo của bộ tạo hơi phía người lái một giai đoạn.



Hình 1. Bộ tạo hơi phía người lái một giai đoạn [3].

1&4 - Bộ lọc kim loại; 2 - Chất tạo khí; 3 - Bộ phận đánh lửa; 5 - Ngòi nổ.

3. Chương trình điều khiển túi khí

Theo kết quả nghiên cứu từ tài liệu tham khảo [11], nhóm tác giả đã áp dụng tính toán lực tác động (F) vào cảm biến bằng công thức [9-11]:

$$F = m \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

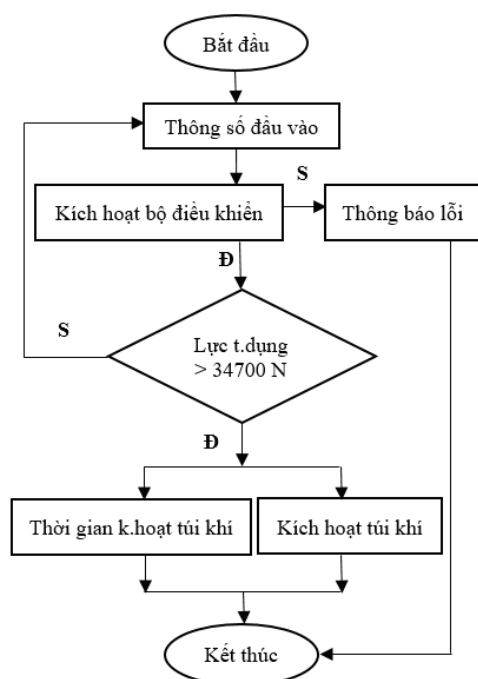
Trong đó:

m: Khối lượng của xe ô tô 1000 (kg)

ΔV : Sự thay đổi vận tốc sau va chạm 6.94 (m/s)

Δt : Thời gian va chạm 0.2 (s)


Trong thực tế khi ô tô chạy trên đường với vận tốc khoảng 25 km/h và chạm trực diện vào đầu xe tại vị trí cảm biến thì túi khí được kích hoạt [10]. Áp dụng công thức trên ta tính được lực va chạm là 34700 N, đây là giá trị lực tác dụng tối thiểu để kích hoạt túi khí trên mô hình. Nếu lực tác dụng dưới mức tối thiểu thì túi khí không hoạt động [11].

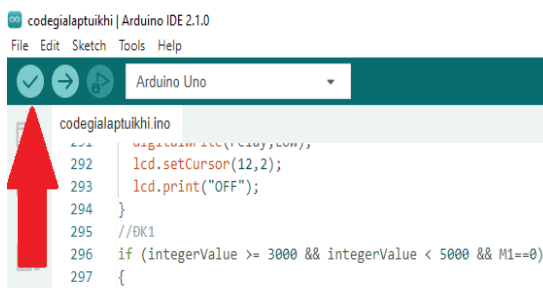


Hình 2. Chương trình điều khiển cho mô hình kích hoạt túi khí [11].

Theo kết quả nghiên cứu từ tài liệu tham khảo [11], nhóm tác giả đã sử dụng ngôn ngữ lập trình C++ và phần mềm Arduino IDE để viết chương trình điều khiển hoạt động của mô hình túi khí. Hình 2 trình bày một chương trình điều khiển kích hoạt túi khí. Thời gian để mở van khí bơm khí vào túi khí vào phụ thuộc vào độ lớn của lực tác dụng vào cảm biến. Nếu

lực tác động nhỏ hơn 34700 N thì túi khí không kích hoạt. Khi tăng lực tác động từ 34700 N thì thời gian để kích hoạt túi khí là 30 mili giây [11]. Nếu nghĩa là lực tác dụng càng lớn thì thời gian kích hoạt túi khí càng nhanh.

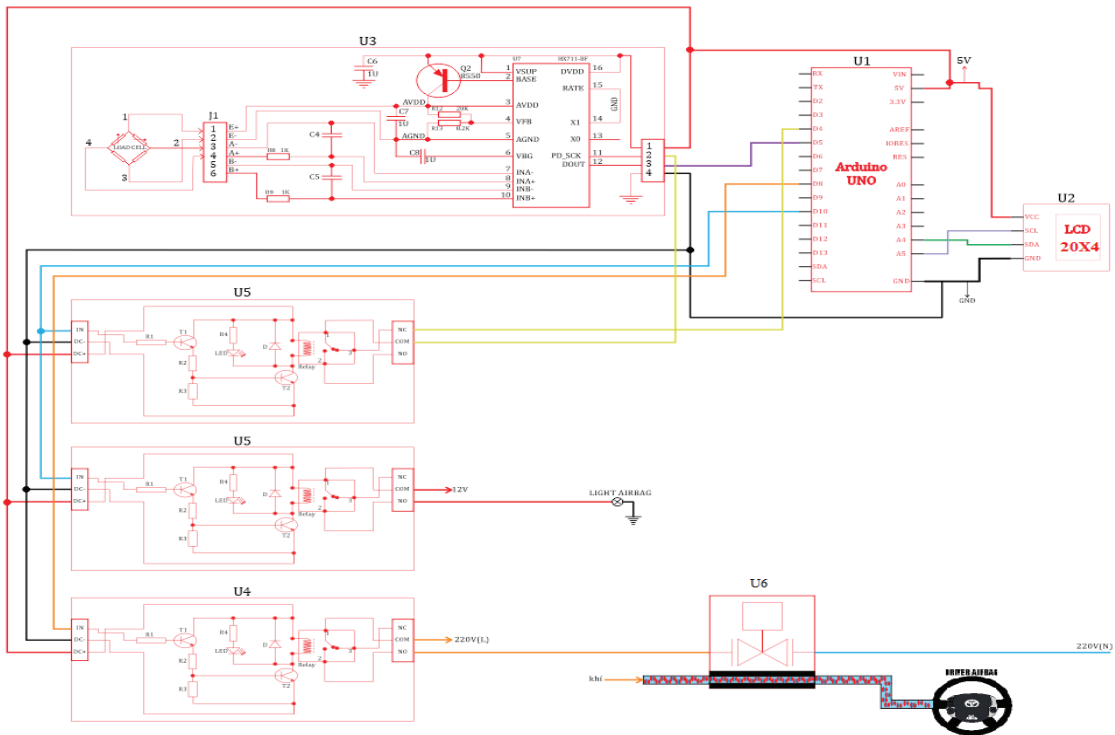
Sau khi đã hoàn tất chương trình cho mô hình điều khiển kích hoạt túi khí, tác giả tiến hành kiểm tra lại thuật toán. Mở phần mềm Arduino IDE để kiểm tra lại theo đường dẫn Tools\Board\Arduino AVR Boards\Arduino Uno. Sau đó ta bấm vào kí hiệu  (Verify) ở góc trên bên trái màn hình của chương trình để bắt đầu chạy thuật toán và kiểm tra lỗi trong thuật toán ta đã viết. Sau khi chạy kiểm tra thuật toán xong, nếu không có phát sinh lỗi trong quá trình viết thì phía dưới góc phải của màn hình sẽ hiện lên thông báo "Done compiling".



Hình 3. Chọn nút Verify để chạy kiểm tra lỗi thuật toán

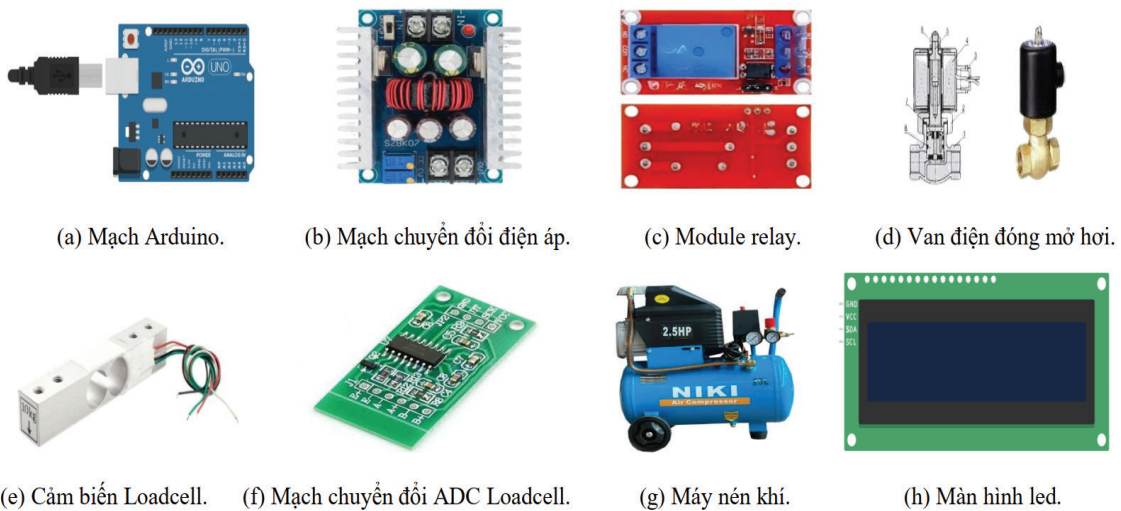
4. Kết quả thực nghiệm mô hình túi khí

Trên ô tô, túi khí sau khi kích hoạt không thể tái sử dụng. Việc thay thế một túi khí mới sẽ tốn nhiều chi phí. Do đó, nhóm tác giả thiết kế mô hình túi khí có thể tái sử dụng nhiều lần sau khi kích hoạt. Mục đích của mô hình này là dùng cho các em sinh viên thực tập nghiên cứu hoạt động của túi khí. Hình 4 thể hiện sơ đồ mạch điện điều khiển mô hình túi khí.



Hình 4. Sơ đồ mạch điện điều khiển mô hình túi khí

U1: Arduino Uno; U2: Màn hình LCD 20x4 (I2C); U3: Mạch chuyển đổi ADC loadcell & cảm biến loadcell; U4: Module Relay điều khiển van điện; U5: Module Relay tạo lỗi; U6: Van điện đóng-mở hơi.



Hình 5. Các chi tiết chính quan trọng trên mô hình túi khí

Hình 5 hiển thị một số chi tiết quan trọng điều khiển trên mô hình túi khí như:

(a) Mạch Arduino

Chip cảm Atmega328P được tích hợp

trên chip Arduino với 14 chân digital và 6 chân analog. Đây là bộ vi xử lý trung tâm quan trọng nhất của mô hình giả lập hoạt động của túi khí. Chương trình sau khi viết sẽ được nạp vào chip. Chip sẽ hoạt động

điều khiển khả năng đáp ứng của túi khí trên mô hình thông qua điều khiển thời gian trên chip điều khiển relay đóng mở van hơi để đẩy hơi vào túi khí khi xe va chạm.

(b) Mạch chuyển đổi điện áp

Để chip Arduino hoạt động ổn định và an toàn thì điện áp nguồn cung cấp cho Arduino phải nằm trong khoảng 9V-12V. Tuy nhiên nguồn điện từ bình ắc quy cung cấp cho hệ thống thường có mức điện áp khoảng từ 12,5V-13,6V. Chính vì vậy nhóm tác giả đã thiết kế lắp đặt thêm một bộ mạch chuyển đổi điện áp nhằm đảm bảo an toàn và ổn định điện áp cung cấp cho chip Arduino hoạt động tránh tình trạng quá tải làm cháy mạch.

(c) Module relay

Mạch relay được điều khiển bởi mạch điều khiển Arduino như thuật toán được trình bày như mục 3. Mạch relay có tác dụng điều chỉnh thời gian để kích hoạt mở van hơi tương ứng với lực tác dụng vào cảm biến trên mô hình. Thời gian kích hoạt mở van hơi được tính chính xác tính bằng mili giây.

(d) Van điện đóng mở hơi

Trên mô hình điều khiển khả năng đáp ứng của túi khí trên ô tô, nhóm tác giả đã nghiên cứu và thiết lập chương trình điều khiển đóng mở van hơi thông qua mạch relay để thay thế cho ngòi nổ của túi khí. Thời gian kích hoạt để mở van bơm hơi vào túi khí tương ứng với lực tác động vào cảm biến loadcell trên mô hình. Đây là van điện điều khiển điện tử nên việc điều khiển đóng mở được lập trình tự động có độ chính xác cao và an toàn khi sử dụng mô hình.

(e) Cảm biến Loadcell

Trong mô hình túi khí, tác giả dùng cảm biến dạng loadcell để đo lực tác dụng

làm bun túi khí. Dữ liệu được đo từ cảm biến có độ chính xác và được truyền về vi xử lý. Vi xử lý sẽ đọc dữ liệu này đến bộ chuyển đổi ADC loadcell

(f) Mạch chuyển đổi ADC Loadcell

Mạch chuyển đổi ADC loadcell có công dụng chuyển đổi tín hiệu analog là giá trị trọng lượng lực tác dụng lên cảm biến loadcell thành tín hiệu digital. Tín hiệu này được gửi về vi xử lý để tính toán điều kiện và thời gian mở van hơi kích hoạt túi khí.

(g) Máy nén khí

Máy nén khí dùng để chứa khí nén có áp suất cao, tạo lực đẩy không khí vào mô hình túi khí. Điện áp nguồn sử dụng cho máy nén khí là 220V.

(h) Màn hình Led

Nhóm tác giả thiết kế và lắp thêm vào mô hình một màn hình Led hiển thị các thông số và dữ liệu thực tế đo được từ thí nghiệm. Các thông số được hiển thị như: Trọng lượng lực tác dụng, thời gian kích hoạt mở túi khí.



Hình 6. Mô hình điều khiển khả năng đáp ứng túi khí trên ô tô.

Hình 6 hiển thị mô hình tổng quan của một túi khí. Trên mô hình được thiết lập 2 công tắc dừng khẩn cấp dùng trong trường hợp nếu nguồn điện cấp vào quá lớn sẽ gây cháy nổ. Trường hợp này người làm thí nghiệm có thể đóng cắt nguồn điện khẩn cấp trong thời gian nhanh nhất để giữ an toàn cho người sử dụng cũng như hạn chế thiệt hại.

Sau khi lắp và cấp nguồn cho tất cả các thiết bị điện trên mô hình hoạt động của túi khí bên tài xế, nguyên lý hoạt động của mô hình như sau: Tác dụng một lực vào cảm biến bằng cách đặt một vật có khối lượng tương ứng với lực tác dụng là 34700 N lên cảm biến loadcell. Thông qua mạch chuyển đổi tín hiệu ADC loadcell được gắn vào cảm biến. Tín hiệu này được gửi về Arduino xử lý dữ liệu, từ đó kích hoạt điều khiển module relay mở van điện. Lúc này khí nén từ máy nén đi qua van điện vào thẳng trong túi khí làm phồng túi khí. Trên màn hình led sẽ hiển thị thông tin về lực tác động lên cảm biến và thời gian để kích hoạt mở van điện bơm hơi vào túi khí. Sau khi túi khí mở ra, ta nhấn nút reset trên mô hình để thiết lập lại trạng thái ban đầu đồng thời cuộn gấp túi khí lại chuẩn bị cho lần thí nghiệm tiếp theo. Mô hình có thể tái sử dụng lại nhiều lần để phục vụ cho quá trình giảng dạy, học tập, và nghiên cứu.

5. Kết luận và hướng phát triển

Trong nghiên cứu này tác giả đã chế tạo thành công một mô hình điều khiển khả năng đáp ứng túi khí trên ô tô. Kết quả thí nghiệm ghi nhận một số đặc tính điều khiển như:

- Khối lượng lực tác động lên cảm biến lớn hơn giá trị định mức thì van hơi mới được mở. Lực tác động càng lớn thì thời gian điều khiển kích hoạt van hơi mở để bung túi khí sẽ càng nhanh. Điều này được quan sát qua màn hình led trên mô hình.

- Chương trình điều khiển có thể thay đổi số liệu lực tác động vào cảm biến và điều chỉnh thời gian cần thiết để kích hoạt mở van hơi làm cho túi khí hoạt động.

- Mô hình túi khí này được thiết lập giống như điều kiện của một xe thực tế, trường hợp hệ thống túi khí bị lỗi phần điện thì đèn báo lỗi sẽ sáng.

- Sau khi kết thúc quá trình thực nghiệm kỹ thuật viên cần nhấn nút reset để cài đặt trở về trạng thái ban đầu cho lần sử dụng tiếp theo.

- Kết quả của nghiên cứu làm cơ sở cho các nghiên cứu chuyên sâu về tính năng an toàn của túi khí khi xảy ra va chạm trên ô tô. Cần xây dựng thêm các bài thực hành chi tiết cho mô hình để phục vụ cho quá trình đào tạo sinh viên ngành công nghệ ô tô.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. TÀI LIỆU TIẾNG VIỆT

- [1]. N. Oanh, *Kỹ thuật sửa chữa ô tô và động cơ nổ hiện đại*, in lần 9. Nhà xuất bản tổng hợp, 2007.
- [2]. PGS-TS. Đ. V. Dũng, *Hệ thống điện thân xe và điều khiển tự động trên ô tô*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2007.
- [3]. Tài liệu đào tạo của Toyota, *Kỹ thuật viên chẩn đoán điện 2: Túi khí SRS và bộ căng đai khẩn cấp*. Tài liệu nội bộ.

- [4]. Tài liệu đào tạo của Toyota, *SRS Toyota Yaris: Supplemental Restraint System – Airbag System*. Tài liệu nội bộ.
- [5]. ThS. V. Tr. Minh, KS. Ng. Th. Quân, KS. Tr. Qu. Tuấn và ThS. L. D. Thông, *Cấu tạo và sửa chữa thông thường xe ô tô*. Tổng cục Đường bộ Việt Nam, Hà Nội, 2017.

II. TÀI LIỆU TIẾNG ANH

- [6]. K. Cho, S. B. Choi, S. Wee and K. Shin, “Design of an Airbag Deployment Algorithm Using a Radar Sensor,” *6th IFAC Symposium Advances in Automotive Control Munich, Germany*, p. 755-760, July 12-14, 2010.
- [7]. A. C. Merkle and T. P. Harrigan, “Research literature review: The use of air bags for mitigating grade crossing and trespass accidents,” June 2016.
[Online]. Available: <http://www.fra.dot.gov>, [Accessed 07/10/2023].
- [8]. M. A. Rajendra and V. G. Puranik, “Airbag Deployment System Based On PreCrash Information,” *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 3, Special Issue 4, p. 365-371, April 2014.
- [9]. T. N. Shaikh, S. Chaudhari and H. Rasania, “Air bag: A safety restraint system of an automobile,” *Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 3, Issue 5, p. 615-621, Sep-Oct 2013.
- [10]. I. Chawla, M. Rana and Y. Parikh, “Advancement in vehicle airbag deployment system,” *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 9, no. 20, p. 7781-7789, 2014. ISSN 0973-4562.
- [11]. M. P. Trai, N. P. Thanh, P. Q. Phong, P. V. Tuan, D. U. N. Minh, “Building a Control Algorithm for Automotive Airbag Response Capability,” *Tra Vinh University Journal of Science*, Vol. 13, Special Issue, 2023. Published: Jul 20, 2023. ISSN: 2815-6072.