

NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU KÉP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL FORD RANGER

RESEARCHING, INSTALLING DUAL FUEL SYSTEM TO FORD RANGER DIESEL ENGINE

Đỗ Văn Dũng, Nguyễn Văn Long Giang, Đỗ Khắc Phú

ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM

ABSTRACT

Liquefied petroleum gas (LPG) has been confirmed as one of preferably alternative fuels in the current situation. It contributes to the diversification of energy sources to replace and reduce pollution emissions from engines. However, it is necessary to carry out researches and experiments before applying extensively to practice. This paper presents the foundation of designing, the Diesel-LPG dual fuel system and experimental results. The study was conducted on Ford Ranger WL diesel engine. The test results show that the Diesel-LPG dual fuel engine consumes less fuel than the baseline Diesel engine while ensuring the basic features.

TÓM TẮT

Khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) đã được khẳng định là một trong những nhiên liệu thay thế tốt nhất trong tình hình hiện nay. Nó góp phần đa dạng hóa nguồn nhiên liệu thay thế và giảm ô nhiễm do khí xả từ các động cơ. Tuy nhiên, cần thiết phải tiến hành những nghiên cứu và thực nghiệm trước khi ứng dụng nó vào thực tế một cách rộng rãi. Bài báo này trình bày việc thiết kế, chế tạo hệ thống nhiên liệu kép Diesel-LPG và các kết quả thực nghiệm. Nghiên cứu được tiến hành trên động cơ diesel Ford Ranger WL. Các kết quả cho thấy động cơ nhiên liệu kép sử dụng kết hợp Diesel với LPG vẫn đảm bảo các chỉ tiêu cơ bản, tiết kiệm chi phí nhiên liệu hơn so với động cơ Diesel cơ sở.

I. GIỚI THIỆU

Sự gia tăng nhanh chóng các loại ô tô sử dụng nguồn nhiên liệu lỏng có nguồn gốc hoá thạch đã làm cho nguồn nhiên liệu này ngày càng cạn kiệt. Nguy hiểm hơn, các loại ô tô khi sử dụng nguồn nhiên liệu này đã làm ô nhiễm môi trường do thải ra các khí độc hại, trong đó động cơ Diesel là nguồn sản sinh ra lượng bồ hóng và oxyt nitơ khá lớn. Để giảm khí thải trên xe chạy Diesel, đặc biệt là giảm lượng bồ hóng hình thành, một trong những hướng nghiên cứu là sử dụng khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) trên các động cơ Diesel.

Có nhiều phương án khác nhau được sử dụng để cải tạo hệ thống nhiên liệu Diesel sang sử dụng LPG. Có thể cấp LPG cho động cơ Diesel bằng các cách: dùng họng khuếch tán, phun trên đường nạp hoặc phun trực tiếp vào buồng cháy. Họng khuếch tán không đáp ứng được tất cả các chế độ làm việc của động cơ nên các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ không cao. Phương pháp phun trực tiếp cho phép tạo hỗn hợp cháy

phân lớp, tiết kiệm nhiên liệu và giảm ô nhiễm khí xả nhưng đòi hỏi kỹ thuật phức tạp. Phương án phun trên đường ống nạp đạt hiệu quả cao, đáp ứng được các chỉ tiêu về kinh tế kỹ thuật của động cơ nên đã được áp dụng. Hiện nay, ở Việt Nam, còn lưu hành khá nhiều xe tải nhỏ và trung, sử dụng động cơ diesel với bơm cao áp kiểu cũ, gây ô nhiễm môi trường. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu chọn dòng động cơ này để nghiên cứu chuyển đổi sang hệ thống dùng nhiên liệu kép Diesel - LPG. Do đó, phương án được chọn là:

- Động cơ FORD RANGER WL, 4 xy lanh thẳng hàng.
- Sử dụng Diesel làm nhiên liệu môi.
- Phun LPG trên đường ống nạp.
- Sử dụng vi điều khiển để kiểm soát quá trình phun Diesel, LPG.

II. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU LPG CHO ĐỘNG CƠ DIESEL

Để đưa LPG vào trong buồng đốt thì phải xác định được lượng Diesel cố định đang phun để từ đó tính ra được lượng LPG cần phun. Vì vậy, nhiệm vụ quan trọng nhất là phải xác định lượng Diesel cố định được phun ở các chế độ hoạt động của động cơ.

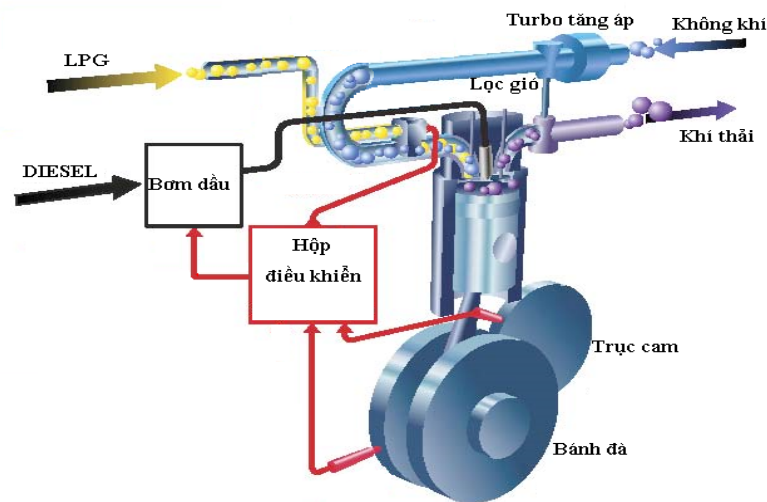
Một bộ phận quan trọng của động cơ Diesel là bộ điều tốc. Bộ điều tốc giúp động cơ chạy ổn định, tránh vượt tốc. Tuy nhiên, với bộ điều tốc cơ khí, việc kiểm soát lượng Diesel phun ra rất khó thực hiện. Giải pháp đặt ra là tháo bỏ bộ điều tốc cơ khí sử dụng các quả văng và thay vào đó là một bộ điều tốc điện tử sử dụng Rc servo để ổn định tốc độ động cơ và điều khiển lượng Diesel phun vào trong buồng đốt.

Lượng LPG cung cấp cho động cơ được quyết định bởi thời gian nhắc kim phun. Thời gian này

do bộ điều khiển tính toán dựa vào tín hiệu vị trí bàn đạp ga và tốc độ động cơ từ cảm biến điện tử gửi về.

Tóm lại, việc thiết kế hệ thống cung cấp LPG cho động cơ Diesel bao gồm: lắp đặt, khảo sát đặc tính cảm biến tốc độ loại điện tử và cảm biến vị trí bàn đạp ga, cảm biến đo gió dây nhiệt, tháo bỏ bộ điều tốc cơ khí trong bơm cao áp và sử dụng Rc servo để điều khiển bơm cao áp, xây dựng thuật toán điều khiển, thiết kế bộ điều khiển với phần tử trung tâm là vi điều khiển Atmega 32, lập trình cho vi điều khiển.

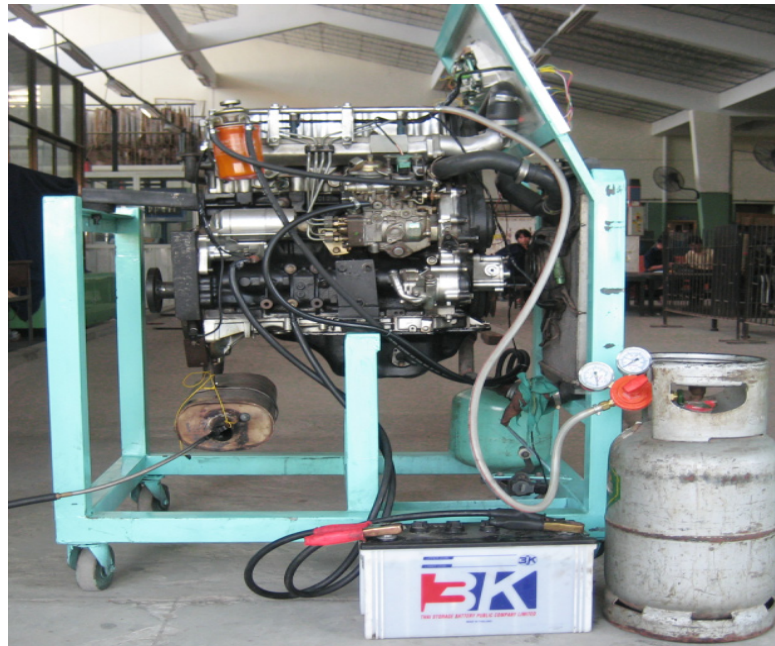
Sơ đồ nguyên lý bố trí các cảm biến, bộ điều khiển và cơ cấu chấp hành được trình bày trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ bố trí các thiết bị

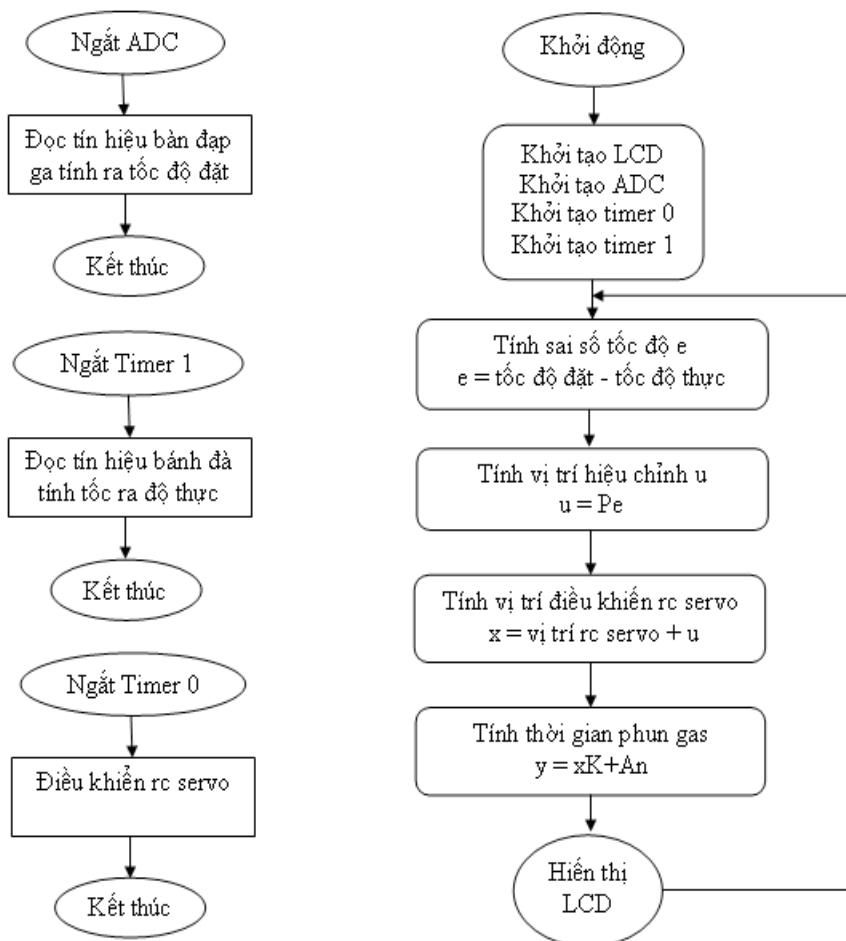
Khí hóa lỏng LPG từ bình chứa được cấp trực tiếp tới các kim phun được bố trí trên đường ống nạp. Bộ điều khiển tính toán thời gian nhắc kim dựa vào các tín hiệu cảm biến vị trí bàn đạp ga và cảm biến tốc độ động cơ. Rc servo kiểm soát

lượng dầu diesel bằng cách quay cần điều khiển bơm cao áp, nó quay cần điều khiển qua đó kéo vòng tràn bơm cao áp, quyết định lượng dầu diesel. Hoạt động của Rc servo do bộ điều khiển kiểm soát.



Hình 2. Động cơ Ford Ranger với hệ thống nhiên liệu kép

Thuật toán điều khiển lập trình được chỉ ra trên hình 3.



Hình 3. Thuật toán điều khiển

Khi bật công tắc khởi động, Rc Servo kéo cần điều khiển bơm cao áp về vị trí cung cấp nhiên liệu cao, đủ để khởi động. Khi động cơ đã khởi động, tín hiệu động cơ được gửi tới bộ điều khiển, từ đó điều khiển Rc Servo để điều tốc điện tử ở chế độ hoạt động diesel. Khi chuyển sang sử dụng kết hợp với LPG, bộ điều khiển nhập tín hiệu khối lượng không khí nạp, tín hiệu tốc độ động cơ, tín hiệu bàn đạp ga rồi tính toán, tra bản đồ, từ đó điều khiển Rc Servo và xuất tín hiệu đến kim phun LPG.

Ở chế độ chạy 100% Diesel, bộ điều khiển dựa vào tốc độ động cơ để tra bảng dữ liệu lưu trong bộ nhớ chương trình, từ đó điều khiển Rc Servo. Dựa vào thực nghiệm, lập bản đồ bề rộng xung điều khiển Rc Servo theo tốc độ động cơ.

Ở chế độ có sử dụng LPG, sau khi trừ đi lượng không khí cần thiết để đốt cháy lượng diesel mỗi, dựa vào tín hiệu đo gió, thời gian kim phun mở được điều chỉnh để cung cấp một lượng LPG vừa đủ tùy theo chế độ hoạt động của động cơ. Các bảng tra được lưu vào bộ nhớ của vi điều khiển.

Đầu tiên, cảm biến đo gió gửi tín hiệu lưu lượng khí nạp (\dot{m}_a) về bộ điều khiển. Từ điện áp của cảm biến, vi điều khiển tìm ra lưu lượng khí nạp.

$$\dot{m}_a = f(V_b)$$

Lúc này, bộ điều khiển đang kiểm soát Rc servo ở một vị trí định trước nên ta biết khối lượng dầu diesel (m_{diesel}) phun ra từ kim phun dầu. Khối lượng không khí cần để đốt hết lượng diesel trên là:

$$m_{adiesel} = (A/F)_{diesel} * m_{diesel} = 14,4 * m_{diesel}$$

Lượng không khí còn lại dùng để đốt cháy LPG, đó là:

$$m_{aLPG} = m_a - m_{adiesel}$$

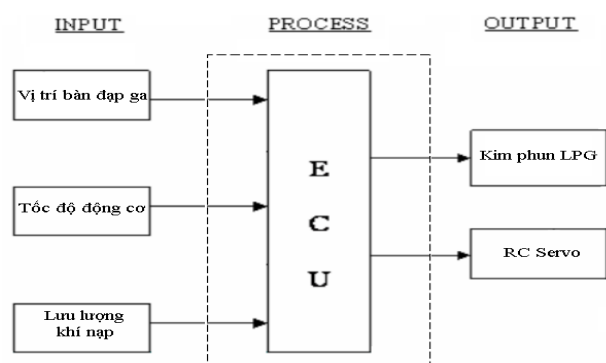
Với một lượng không khí (m_{aLPG}) như vậy, chọn $\lambda=1$, cháy lý tưởng, lượng LPG là:

$$m_{LPG} = \frac{m_{aLPG}}{(A/F)_{LPG}} = \frac{m_{aLPG}}{15,5}$$

Tra bảng, vi điều khiển thu được thời gian nhắc kim phun LPG.

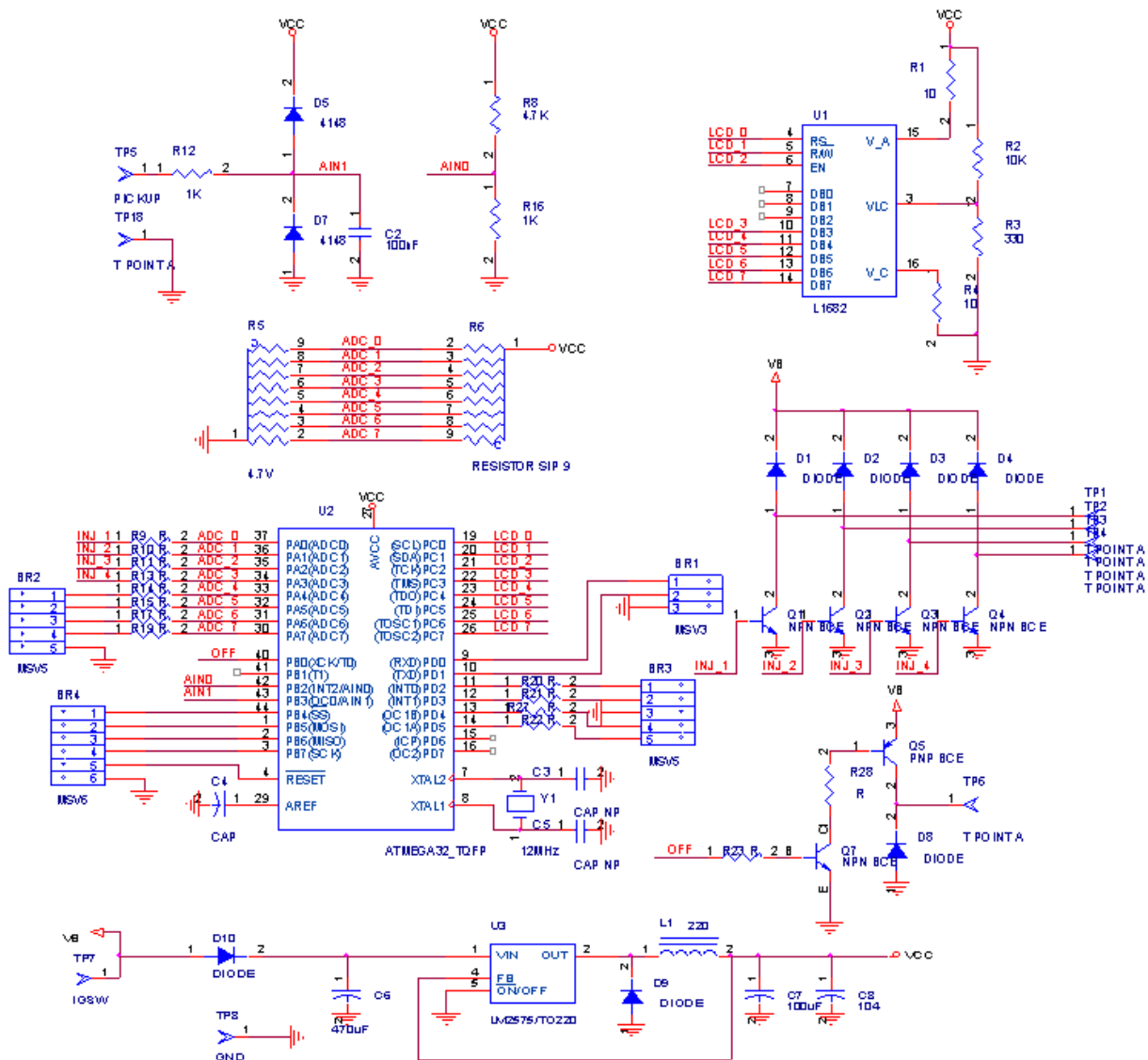
$$t_{inj} = f(m_{LPG})$$

Bộ điều khiển được thiết kế để tổng hợp các tín hiệu đầu vào, tính toán, xuất các tín hiệu đầu ra điều khiển kim phun và Rc servo. Sơ đồ khối bộ điều khiển được chỉ ra trong hình 4.



Hình 4. Sơ đồ khối bộ điều khiển

Hình 5 trình bày sơ đồ mạch điện của bộ điều khiển. Phần trung tâm của bộ điều khiển là chip atmega 32, được lập trình bằng ngôn ngữ C. Một nguồn 5V được dùng để điều áp và hạ điện áp 12V của accu, cung cấp cho hoạt động của cả bộ điều khiển. Ngoài ra, còn có bộ chuyển đổi ADC, mạch khuếch đại và công suất, và một số linh kiện khác.



Hình 5. Sơ đồ mạch điện bộ điều khiển

III. THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ MOMENT, CÔNG SUẤT KHÍ THẢI VÀ TIÊU HAO NHIÊN LIỆU

Để đánh giá các tính năng của động cơ diesel nhiên liệu kép, một số thử nghiệm được tiến hành để đo moment, công suất, khí thải, tiêu hao và tiêu phí nhiên liệu. Trong đó, các thử nghiệm được tiến hành ở phòng thử nghiệm động cơ, khoa Cơ khí Động lực, trường Cao đẳng Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long.

Kết quả một số chỉ tiêu thực nghiệm được chỉ ra như sau:

- Moment xoắn cực đại đạt được 98,2% so với động cơ chuẩn.
- Công suất cực đại đạt được 86% so với

động cơ chuẩn.

- Lượng LPG thay thế 38,5% lượng nhiên liệu diesel.
- Hàm lượng bồ hóng và NO_x giảm đáng kể.
- Tiêu phí nhiên liệu giảm 5,6%.

Động cơ diesel dùng nhiên liệu kép về cơ bản, đảm bảo các yêu cầu, ít ô nhiễm và tiết kiệm hơn động cơ diesel tương ứng.

IV. KẾT LUẬN VÀ LIỆU THAM KHẢO

Bùi Văn Ga, *Sử dụng LPG trên xe gắn máy và xe buýt nhỏ*, Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ Môi trường-Đại học Đà Nẵng, 2002.

Chunhua Zhang, Yaozhang Bian, Lizeng Si, Junzhi Liao, and N Odbileg, *Electronically controlled LPG-diesel dual-fuel automobile*, China, 2004.

Dieselongas Pty Ltd., *Alternative fuel technology*.

Do Van Dung, Le Thanh Phuc, Huynh Phuoc Son, Le Viet Hung, *Research and install the LPG supply system to diesel engine VIKYNO RV 125*, APAC15, Hanoi, 2009.

Đỗ Văn Dũng, *Lý thuyết điều khiển động cơ đốt trong*, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh, 2008.

[Http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf).

MFO, *Marknadsundersökning Av Fordon drivna med biogas/naturgas*, Stockholm MFO, 2001.

Nguyễn Lê Ninh, *Ô tô và môi trường*, Tp. Hồ Chí Minh, năm 2005.

Nguyễn Tất Tiên, *Nguyên lý động cơ đốt trong*, NXB Giáo Dục, năm 2001.

Peter Mtui, *Pilot – ignited natural gas combustion in diesel engines*, The University of British Columbia, 1996.

Timothy Ross White, *Simultaneous diesel and natural gas injection for dual-fuelling compression-ignition engines*, The University of New South Wales, 2006.