

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU KHÍ DẦU MỎ HOÁ LỎNG (LPG) CHO ĐỘNG CƠ DIESEL

**Đỗ Văn Dũng**  
**Lê Việt Hùng**  
**Lê Thanh Phúc**

## **ABSTRACT**

*This paper presents the foundation of designing, the modal of dual fuel diesel and experimental results. The dual fuel diesel uses LPG as efficiently as diesel fuel while greatly reducing emissions, and operating just as safely as a diesel or gasoline engine.*

## **I. GIỚI THIỆU**

Trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, số lượng xe tham gia lưu thông trên đường ngày một tăng lên. Vấn đề ô nhiễm chủ yếu bắt nguồn từ các phương tiện giao thông vận tải, trong đó thành phần bồ hóng và oxyt nitơ khá cao trong khí thải động cơ diesel. Để giảm hàm lượng bồ hóng trong khí thải, một trong những hướng nghiên cứu là sử dụng khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) cho các phương tiện giao thông. Việc ứng dụng LPG trên xe trang bị diesel gặp những khó khăn riêng do kết cấu động cơ và bản chất quá trình cháy. Chính vì vậy, nghiên cứu, chế tạo và lắp đặt thành công hệ thống cung cấp LPG cho động cơ Diesel có ý nghĩa lớn trong việc giảm ô nhiễm khí thải từ động cơ Diesel.

Có nhiều phương án khác nhau được sử dụng để cải tạo hệ thống nhiên liệu Diesel sang sử dụng LPG. Trên cơ sở phân tích những điều kiện của Việt Nam, những ưu và nhược điểm, phương án được chọn là:

- Động cơ VYKINO, 1 xy lạnh.
- Sử dụng phun môi diesel để khởi tạo quá trình cháy.
- Phun LPG trên đường ống nạp.
- Sử dụng vi điều khiển để kiểm soát quá trình phun.

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

Động cơ Diesel được kiểm soát theo tốc độ và tải dựa vào việc điều khiển lượng nhiên liệu cung cấp vào trong buồng đốt. Một bộ phận quan trọng của động cơ là bộ điều tốc. Bộ điều tốc tăng lượng nhiên liệu cung cấp khi động cơ tốc độ thấp và giảm nhiên liệu khi tốc độ cao, nhờ đó giúp động cơ chạy ổn định, tránh trường hợp vượt tốc.

Khi cho LPG vào buồng cháy, nó trở thành một phần nhiên liệu cung cấp cho quá trình sinh công, làm cho tốc độ động cơ tăng lên. Khi đó, bộ điều tốc sẽ giảm lượng diesel, giảm đến khi lượng diesel môi còn lại không đủ đốt cháy LPG, động cơ tắt máy. Chờ cho tốc độ động cơ giảm xuống, lượng diesel tăng lại, tiếp tục quá trình cháy và sinh công. Vì vậy, nếu không tháo bỏ bộ điều tốc, động cơ sẽ hoạt động không ổn định, không kiểm soát được lượng diesel cung cấp. Giải pháp đặt ra là phải thiết kế bộ điều tốc điện tử sử dụng motor bước được lắp đặt thay thế cho bộ điều tốc cơ khí để điều chỉnh lượng dầu phun nhằm ổn định tốc độ động cơ. Motor bước sẽ di chuyển thanh răng ở mức thấp, cắt nhiên liệu diesel, phụ trợ trong việc tăng tốc và vượt tải nặng.

Ý tưởng cho thuật toán điều khiển động cơ nhiên liệu kép (dual fuel) xuất phát từ mục đích giảm nhiên liệu diesel xuống đến

mức có thể được. Ta tưởng tượng động cơ diesel hiện tại như là một động cơ diesel công suất rất nhỏ. Chỉ cần một lượng nhiên liệu nhỏ để chạy nó. Việc này cũng tương tự như động cơ diesel lớn chỉ sử dụng một lượng diesel nhỏ để chạy, phần còn lại do LPG đảm nhiệm. Bỏ qua sự có mặt của LPG, việc điều tốc thực hiện bình thường với lượng nhiên liệu nhỏ còn lại để ổn định tốc độ cho động cơ lớn.

Lượng LPG cung cấp cho động cơ được quyết định bởi thời gian nhấc kim phun. Thời gian này do bộ điều khiển tính toán dựa vào tín hiệu tốc độ động cơ từ cảm biến điện tử gửi về và lưu lượng không khí nạp nhờ bộ đo gió loại dây nhiệt gắn trên đường ống nạp. Thành phần diesel và LPG cung cấp phải được tính toán dựa trên cơ sở đặc tính của dầu diesel, LPG và phản ứng đốt cháy nhiên liệu trong buồng đốt.

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 đo gió loại dây nhiệt, xây dựng thuật toán điều khiển, thiết kế bộ điều khiển với phần tử trung tâm là vi điều khiển AT89C52, lập trình bằng ngôn ngữ Assembler cho vi điều khiển, lập bản đồ nhiên liệu cho động cơ.

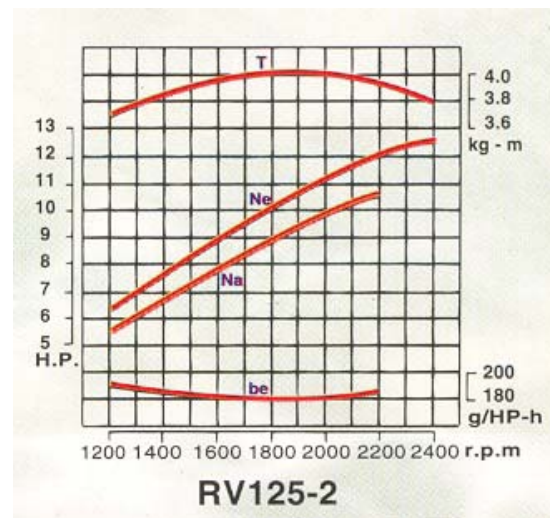
Đồ thị đặc tính của động cơ thực nghiệm, RV125, chỉ ra trên hình 1. Trong đó:

- T: moment xoắn, đạt cực đại bằng 4,04 kgf.m ở số vòng quay 1800 vòng/phút.
- Ne: công suất tối đa, giá trị đạt cực đại là 12,5HP ở số vòng quay 2400 vòng/phút.
- Na: công suất định mức, đạt được giá trị cực đại là 10,5HP ở số vòng quay là 2200 vòng/phút.
- be: suất tiêu hao nhiên liệu, đạt giá trị cực tiểu là 180g/HP.h, ở số vòng quay 1900 vòng/phút.

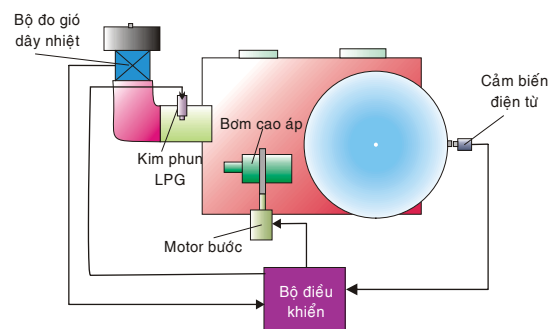
Sơ đồ nguyên lý bố trí các cảm biến, bộ điều khiển và cơ cấu chấp hành được trình bày trên hình 2.

Nhiên liệu từ bình chứa được cấp trực

tiếp tới kim phun LPG. Bộ điều khiển tính toán thời gian nhấc kim dựa vào các tín hiệu đầu vào là cảm biến đo gió và cảm biến tốc độ động cơ. Motor bước kiểm soát lượng dầu diesel bằng cách di chuyển thanh răng bơm cao áp. Motor bước cũng được kiểm soát bởi bộ điều khiển. Bộ đo gió loại dây nhiệt được gắn trên đường ống nạp, dưới bộ lọc gió. Cảm biến tốc độ động cơ được gắn cố định trên thân máy để báo góc quay của bánh đà. Motor bước được lắp đặt để kéo cần ga, qua đó kéo thanh răng bơm cao áp, quyết định lượng dầu diesel (vì bộ điều tốc cơ khí của động cơ diesel đã bị tháo ra).



Hình 1: Đồ thị đặc tính của động cơ RV125



Hình 2: Sơ đồ bố trí các thiết bị

Thuật toán điều khiển lập trình được chỉ ra trên hình 4.

Khi bật công tắc khởi động, motor bước kéo thanh răng 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 motor bước, điều tốc điện tử ở chế độ hoạt động diesel. Khi

bật công tắc chuyển sang sử dụng LPG, bộ điều khiển nhận tín hiệu khối lượng không khí nạp, tín hiệu tốc độ động cơ, tín hiệu tay ga rồi tính toán, tra bản đồ thông số động cơ, từ đó điều khiển motor bước và xuất tín hiệu đến kim phun LPG. Nếu tay ga lớn hơn 70%, LPG được phun thêm để bù tải nặng. Khi tăng (giảm) tay ga, thời gian phun tăng (giảm) trong 100 vòng quay.



Hình 3: Động cơ VIKYNO sau khi lắp đặt các bộ phận điều khiển phun LPG

Ở chế độ chạy 100% diesel, bộ điều tốc điện tử được sử dụng để thay thế bộ điều tốc cơ khí. Bộ điều khiển dựa vào tốc độ động cơ để tra bảng dữ liệu lưu trong bộ nhớ chương trình, từ đó điều khiển motor bước. Khi muốn tăng tốc, đối với động cơ diesel chưa chuyển đổi, ta kéo cần ga, thực tế là tăng sức căng của lò xo, làm cho bộ điều tốc cơ khí khó bung ra hơn, nghĩa là với tốc độ cao hơn mới giảm được nhiên liệu. Trong động cơ đã cải tạo tín hiệu tăng tốc được lấy từ một biến trở, khi đó, bộ điều khiển sẽ cộng thêm một giá trị vào tốc độ động cơ ứng với số bước của motor. 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 từ bộ đo gió, thời gian mở kim phun được điều chỉnh để cung cấp đủ lượng LPG tùy theo chế độ hoạt động của động cơ. Các bảng tra (look-up table) 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  $\dot{m}_a = f(V_{cb})$ .

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

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

Lượng không khí còn lại dùng để đốt cháy LPG, đó là:  $m_{\text{aLPG}} = m_a - m_{\text{adiesel}}$

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

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

Tra bảng, vi điều khiển thu được thời gian nhắc kim phun LPG:  $t_{\text{inj}} = f(m_{\text{LPG}})$ .

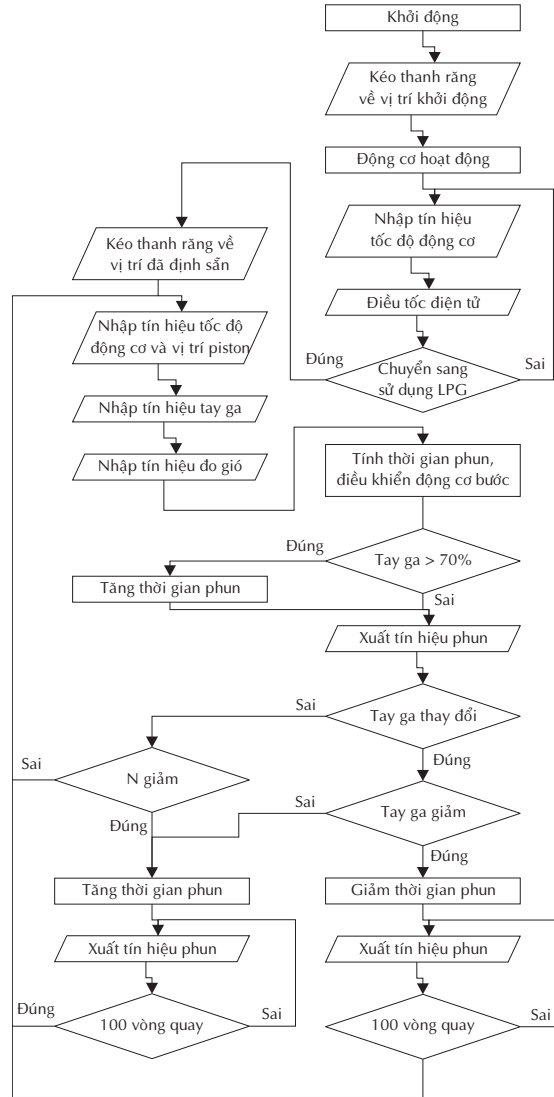
### III. THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ CÔNG SUẤT, TIÊU HAO NHIÊN LIỆU VÀ KHÍ THẢI

Để đánh giá các tính năng của động cơ diesel nhiên liệu kép, một số thử nghiệm được tiến hành để đo công suất, khí thải, tiêu hao và tiêu phí nhiên liệu. Trong đó, một số thử nghiệm được tiến hành ở phòng Nghiên cứu và phát triển Công ty VIKYNO: đo công suất định mức, công suất cực đại, tiêu hao nhiên liệu diesel, nhiệt độ khí thải. Các thử nghiệm khác như độ mờ khói, thành phần khí thải, tiêu phí nhiên liệu được tiến hành ở phòng thử nghiệm động cơ và ô tô, Khoa Cơ khí Động lực, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh. Qua những thử nghiệm trên, động cơ VIKYNO RV125 chạy nhiên liệu kép có các kết quả: công suất cực đại đạt 93,6%, đạt được 100% công suất định mức, thành phần bồ hóng và NOx trong khí thải giảm đáng kể, lượng LPG thay thế 52,57% diesel, tiêu phí nhiên liệu giảm 21,32%.

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

#### IV. KẾT LUẬN

Kết quả thực nghiệm trên động cơ VYKINO RV125 cho thấy các đặc tính về công suất vẫn đảm bảo trong khi tiết kiệm chi phí nhiên liệu và ít ô nhiễm hơn đã khẳng định tính ưu việt của việc chuyển đổi động cơ diesel dùng nhiên liệu kép. Hệ thống nhiên liệu mới sẽ góp phần vào việc bảo vệ môi trường và giảm sức ép hiện tại lên nhiên liệu truyền thống nếu được triển khai ứng dụng. Cần có những chính sách hỗ trợ nghiên cứu để hoàn thiện đề tài và áp dụng trên thực tế đặc biệt là khu vực phía Nam, nơi có nguồn cung cấp khí thiên nhiên dồi dào từ Phú Mỹ và Cà Mau. Chắc chắn, những đầu tư này sẽ mang lại lợi nhuận lớn trước mắt cũng như lâu dài.



Hình 4: Thuật toán điều khiển