

NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ CHO THIẾT BỊ KHẢO NGHIỆM BƠM CAO ÁP

RESEARCH, CALCULATE AND DESIGN SPEED CONTROL CIRCUIT FOR HIGH
PRESSURE PUMP TESTING EQUIPMENT

Trần Văn Hoàng, Đinh Văn Phương, Nguyễn Thanh Bình
Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp

TÓM TẮT

Thiết bị khảo nghiệm hệ thống nhiên liệu diesel dùng khảo nghiệm các chế độ làm việc của bơm cao áp để biết được tình trạng kỹ thuật của bơm cao áp. Trong quá trình làm việc, hệ thống sẽ bị hao mòn, hư hỏng, ... Vì thế, cần kiểm tra, điều chỉnh lại để hệ thống làm việc với hiệu suất cao, tiết kiệm nhiên liệu, mang lại lợi ích cao về kinh tế. Để giải quyết vấn đề này cần có những thiết bị khảo nghiệm các thông số làm việc của hệ thống, nhất là phải khảo nghiệm bơm cao áp. Các thiết bị nước ngoài đang được sử dụng khảo nghiệm như Đức, Nga, Hàn Quốc, Trung Quốc, ... thiết bị này đầy đủ các tính năng để khảo nghiệm các chế độ cũng như các loại bơm cao áp, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Tuy nhiên, thiết bị khảo nghiệm của các nước này giá thành còn quá cao, nặng, kích thước lớn. Vì vậy, bài báo này sẽ nghiên cứu tính toán thiết kế mạch điều khiển tốc độ cho thiết bị khảo nghiệm, phù hợp với điều kiện thiết bị tại Việt Nam.

Từ khóa: Bơm cao áp; Áp suất; Khảo nghiệm.

ABSTRACT

Diesel fuel system testing equipment used to test the working modes of high pressure pumps to know the technical condition of high pressure pumps. In the process working, the system will be damaged... Therefore, it is necessary to check and adjust to make the system work with high efficiency, save fuel, bring high economic benefits. To solve this problem, it is necessary to have equipment is being used such as Germany, Russia, Korea, China, ... This equipment is full of features to test modes as well as high pressure pumps, ensuring technical requirements. However, the testing equipment of these countries is still expensive, heavy and large size. Therefore, this paper will study, calculate and design the speed control circuit for the test equipment, suitable for the equipment conditions in Vietnam.

Keywords: High pressure pump; Pressure; Test.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên ô tô hiện nay hoặc các loại máy công cụ khác, động cơ đốt trong là nguồn động lực chính. Trong đó, động cơ diesel được sử dụng rộng rãi vì mang lại lợi ích về kinh tế lớn cũng như công suất động cơ cao. Một trong những hệ thống quan trọng và không thể thiếu được là hệ thống nhiên liệu diesel.

Sau một thời gian làm việc thì bị hư hỏng và giảm công suất. Khi đó, ta cần thiết phải đưa bơm cao áp vào để kiểm tra.

Thiết bị khảo nghiệm đa số là phải mua từ nước ngoài, với giá thành cao. Vì thế, cần thiết đi nghiên cứu thiết kế và chế tạo ra những thiết bị khảo nghiệm tương tự để giảm giá thành. Mạch điều khiển tốc độ là một phần không thể thiếu trong thiết kế, khảo nghiệm bơm cao áp.

2. THIẾT BỊ KHẢO NGHIỆM BƠM CAO ÁP

2.1. Bộ phận chuyển động

Sử dụng động cơ điện, có thể thay đổi vô cấp tốc độ trực dẫn động bơm cao áp bằng một trong các biện pháp như: dùng bộ chuyển động đai vô cấp, dùng động cơ điện một chiều, dùng bơm thủy lực thay đổi lưu lượng dầu cung cấp cho tuabin thủy lực kéo bơm cao áp.



Hình 1. Thiết bị khảo nghiệm bơm cao áp VE

2.2. Hệ thống dầu thấp áp

Có cấu trúc như hệ thống cung cấp nhiên liệu thấp áp trên động cơ diesel, bao gồm: bơm dầu, lọc dầu thô và tinh, các đường ống và thùng dầu, các khoá và đồng hồ báo áp suất.

2.3. Hệ thống dầu cao áp

Gồm các ống dầu cao áp, các vòi phun mẫu của băng, các cốc đo lưu lượng được điều khiển được húng và ngắt tự động nhờ cơ cấu đếm vòng quay. Để đảm bảo đo chính xác lưu lượng bơm, yêu cầu các đường ống cao áp phải có cùng chiều dài, hình dáng và bề dày thành ống.

2.4. Hệ thống kiểm tra thời điểm cung cấp nhiên liệu của từng nhánh bơm

Trên trục dẫn động bơm, có gắn một vành chia độ phục vụ cho việc kiểm tra và điều chỉnh thời điểm cấp nhiên liệu tối ưu của từng nhánh bơm.

3. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ THIẾT BỊ KHẢO NGHIỆM BƠM CAO ÁP

3.1. Đặc điểm của mạch điều khiển

Với những loại động cơ diesel cao tốc, tốc độ động cơ đạt khoảng 8000 v/p, khi đó tốc độ của bơm cao áp là 4000 v/p. Từ đó, ta đi thiết kế mạch điều khiển dải tốc độ động cơ từ 0 - 5000 v/p đảm bảo yêu cầu để kiểm tra và khảo nghiệm bơm cao áp.

3.2. Tính toán, thiết kế mạch điều khiển tốc độ động cơ

- Vi điều khiển:



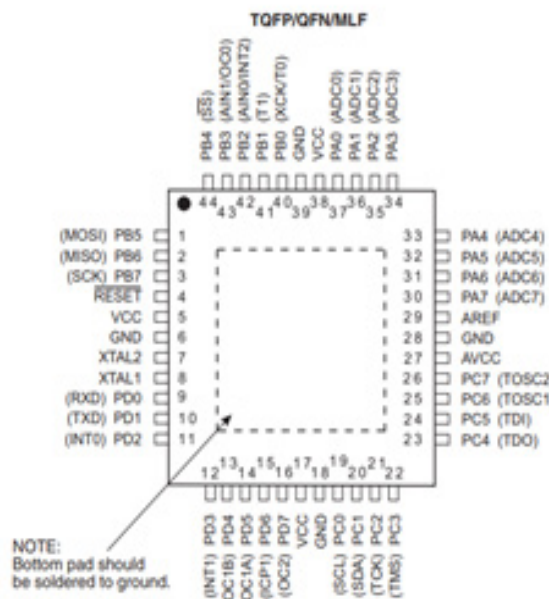
Atmelga16L có đầy đủ tính năng của họ AVR, bao gồm các tính năng như sau:

- Bộ nhớ 16K (flash), 512 byte (EEPROM), 1 K (SRAM), 1 bộ timer/counter 16 bit.

- Vi điều khiển có 40 chân, trong đó có 32 chân vào, ra dữ liệu chia làm 4 PORT (A, B, C, D). Các chân này đều có chế độ pull_up resistors.

- Giao tiếp SPI, giao diện I2C, 8 kênh ADC 10 bit, 1 bộ so sánh analog, 4 kênh PWM.

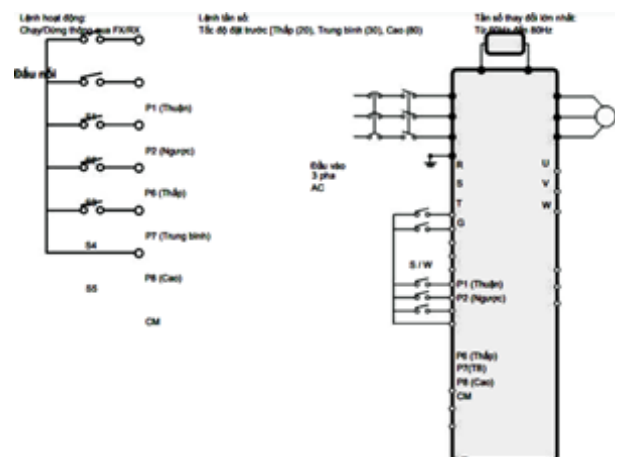
- 1 bộ định thời Watchdog, 1 bộ truyền nhận UART lập trình được, 2 bộ timer/counter 8 bit.



Hình 2. Vi điều khiển Atmelga16L

- Các chế độ làm việc của mạch điều khiển:

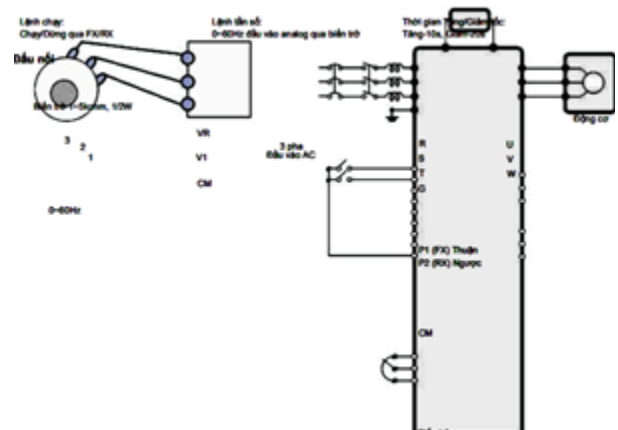
- + Tốc độ đặt trước + chạy/dừng thông qua FX/RX.



Hình 3. Mạch điều khiển chế độ chạy/dừng

Với mạch đặt trước các chế độ chạy/dừng đã được lập trình để điều khiển, qua đó có thể khảo nghiệm được lượng nhiên liệu cung cấp cho động cơ là bao nhiêu, trong một khoảng thời gian nhất định, từ đó tính được suất tiêu hao nhiên liệu hiện tại của động cơ.

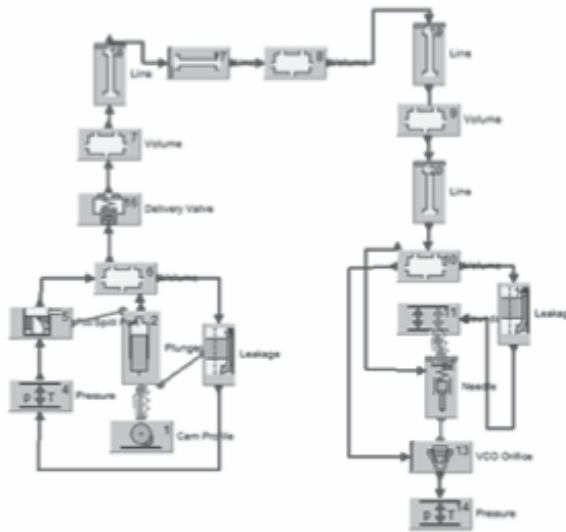
- + Biến trở, chạy/dừng thông qua FX/RX + thời gian tăng tốc/giảm tốc.



Hình 4. Mạch điều khiển chế độ chạy/dừng, thời gian tăng tốc/giảm tốc

Ở các chế độ khác nhau, sẽ có lượng nhiên liệu cung cấp cho động cơ khác nhau. Vì thế, với chế độ điều khiển tăng tốc/giảm tốc của mạch điều khiển, sẽ dễ dàng tính toán được

29



Hình 8. Mô hình mô phỏng hệ thống nhiên liệu động cơ diesel theo tốc độ

Các thông số đầu vào các chế độ của động cơ được lấy từ các thông số thực tế đã được đo đạc kết hợp với các thông số kết cấu chuyển đổi để có thể xây dựng được mô hình mô phỏng này. Các thông số đầu vào của mô hình mô phỏng trên phần mềm AVL-Hysim sẽ được đưa ra trong phần phụ lục. Mô hình mô phỏng trên phần mềm AVL-Hydsim được sử dụng để đưa ra các thông số về lưu lượng, tốc độ, thời gian. Các kết quả mô phỏng sẽ được lưu lại dưới dạng bảng Excel để làm đầu vào cho phần mềm Ansys-ICE.

Cơ sở lý thuyết của AVL-Hydsim:

Phần mềm AVL Boost Hydsim sử dụng cơ sở lý thuyết về động học chất lỏng và cơ bản là phương trình Bernoulli.

$$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = H = \text{const}$$

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = H = \text{const}$$

Bên cạnh đó còn sử dụng nhiều công thức khác cũng như các công thức được biến đổi từ phương trình Bernoulli.

Công thức tính lượng nhiên liệu theo thời gian được tính dựa trên phương trình Bernoulli.

$$\dot{Q}_{hyd} = \text{sign}(p_{in} - p_{out}) \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{\mu_{seat}^2 A_{seat}^2} + \frac{1}{\mu_{hole}^2 A_{hole}^2}}} \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_{in} - p_{out}|}$$

Phương trình tính góc côn tia phun:

$$\alpha = \frac{320 \cdot \Delta p^{0.15} \cdot \rho_G^{0.25}}{\rho_D^{0.45} \cdot v^{0.1} \left(3 + 0.28 \frac{l_{hole}}{d_{hole}} \right) \cdot \mu_{coeff}^{0.2}}$$

Qua trình mô phỏng ở các chế độ để kiểm tra kỹ thuật của bơm cao áp khi thay đổi tốc độ của thiết bị:

+ Lượng nhiên liệu phun ra theo tốc độ quay động cơ (góc quay trục khuỷu).

+ Lượng nhiên liệu ở các chế độ (theo độ nâng kim phun).

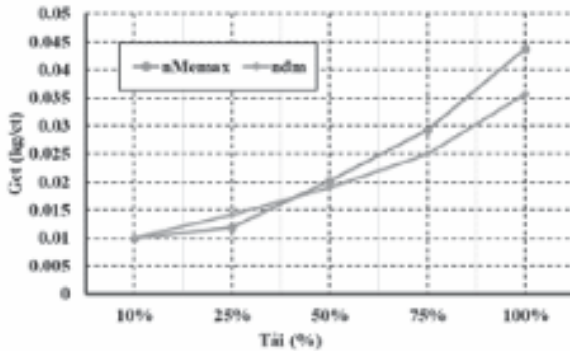
5. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

5.1. Mục đích của mô phỏng

Khảo nghiệm để kiểm tra tốc độ của động cơ và lượng nhiên liệu phun ra theo tỷ lệ thuận.

5.2. Kết quả khảo nghiệm các chế độ làm việc của bơm

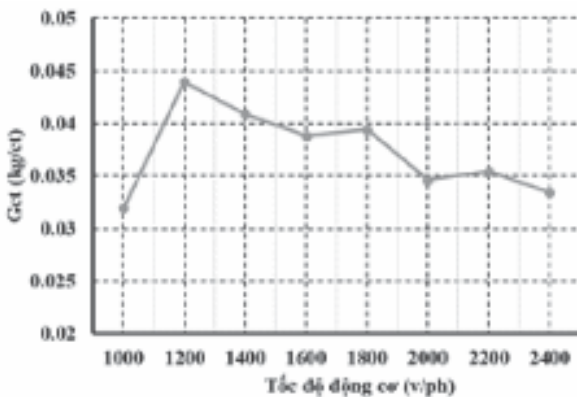
5.2.1. Khảo nghiệm lượng nhiên liệu theo đặc tính tải của động cơ



Hình 9. Đồ thị lượng nhiên liệu theo đặc tính tải của động cơ ở chế độ 1400 v/p và 2400 v/p

Nhìn vào đồ thị đặc tính tải tại 1400 và 2400 v/p, ta có thể thấy được khi tăng tải thì lượng nhiên liệu được phun vào xy lanh sẽ tăng. Điều này là hợp lý bởi khi tăng tải, động cơ sẽ phải sản sinh ra công suất lớn hơn, vì vậy lượng nhiên liệu tiêu thụ cũng sẽ lớn hơn và lượng nhiên liệu được phun vào xy lanh sẽ tăng.

5.2.2. Mô phỏng lượng nhiên liệu cấp cho động cơ ở mỗi chế độ làm việc



Hình 10. Lượng nhiên liệu phun ra ở các tốc độ khác nhau

Từ đồ thị, ta có thể thấy, lượng tiêu hao nhiên liệu ở mỗi tốc độ khác nhau của động cơ sẽ cho lượng tiêu hao khác nhau, đạt tối đa ở tốc độ 1200 v/p và giảm dần khi tốc độ động cơ tăng lên.

6. KẾT LUẬN

Đề tài đã đi nghiên cứu, tính toán và thiết kế thành công mạch điều khiển tốc độ cho thiết bị khảo nghiệm bơm cao áp, đã đánh giá thử nghiệm trên phần mềm mô phỏng AVL-Hydsim và cho kết quả bảng thông số tin cậy.

Lượng nhiên liệu phun ra theo đặc tính tải của động cơ, khi thay đổi tốc độ từ 1400 v/p - 2400 v/p.

Lượng nhiên liệu phun ra khi thay đổi tốc độ động cơ từ 1000 v/p - 2400 v/p.

Qua bảng thông số cho thấy, tốc độ quay của động cơ tỷ lệ thuận với lượng nhiên liệu phun ra. Điều đó chứng tỏ rằng mạch điều khiển tốc độ cho thiết bị làm việc ổn định. ❖

Ngày nhận bài: 03/5/2022

Ngày phản biện: 23/5/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Minh Tuấn; “*Lý thuyết động cơ đốt trong*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
- [2]. Phạm Văn Thê; “*Trang bị động lực Diesel tàu thủy*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [3]. Trần Thế San; “*Hướng dẫn thiết kế mạch, lập trình*”. Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, 2010.
- [4]. Lê Văn Doanh, Nguyễn Thương Hàn, Nguyễn Văn Hòa, Võ Thạch Sơn, Đào Văn Tân; “*Các bộ cảm biến trong đo lường và điều khiển*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [5]. Nguyễn Văn Hòa, Bùi Đăng Thành, Hoàng Sỹ Hồn; “*Giáo trình đo lường điện và cảm biến đo lường*”. NXB. Giáo dục Việt Nam, 2009.
- [6]. Lâm Quang Chuyên; “*Giáo trình vi điều khiển*”. Trường Cao đẳng Công thương Thành phố Hồ Chí Minh, 2012.

