

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP MỚI ĐO TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ RESEARCHING AND EVALUATING SOME NEW METHODS TO MEASURE ENGINE SPEED

Đình Tấn Ngọc, Đỗ Văn Dũng, Đỗ Quốc Âm
Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận được bài 9/9/2014, ngày Phản biện đánh giá 21/9/2014, ngày chấp nhận đăng 20/11/2014

TÓM TẮT

Bài báo trình bày mối liên hệ của tốc độ động cơ với các tín hiệu thu được từ các cảm biến, hệ thống. Nghiên cứu quan tâm tới 3 tín hiệu: tín hiệu của cảm biến đo áp suất tuyệt đối đường ống nạp, tín hiệu cảm biến vị trí trục cam và tín hiệu điện áp ắc quy khi động cơ hoạt động và dựa vào các tín hiệu này để tính tốc độ động cơ. Người nghiên cứu so sánh độ chính xác và khả năng ứng dụng thực tiễn của các phương pháp đo sử dụng các tín hiệu trên.

Phương án được đưa ra để giải quyết yêu cầu đề tài là dùng mạch điện tử để chuyển đổi tín hiệu gốc thành tín hiệu điện áp dạng xung, để đưa vào vi điều khiển. Vi điều khiển sẽ thực hiện các tính toán và hiển thị kết quả trên màn hình LCD.

Kết quả cuối cùng đã hoàn thành máy đo tốc độ động cơ dựa vào các tín hiệu nêu trên.

Thực nghiệm kết quả đo cho thấy máy cho kết quả với sai số đạt yêu cầu và thể hiện được khả năng đáp ứng của từng tín hiệu.

Từ khóa: tốc độ động cơ, tín hiệu, vi điều khiển.

ABSTRACT

The article presents the relationship between engine speed and signals which are obtained from sensors and system of engine. Specifically, Researchers are only interested three signals: the signal of MAP sensor, signal from camshaft position sensor and the battery voltage when the engine is operating. Based on these signals, engine speed has been calculated. Comparison of accuracy and ability to apply each method is used to define from these signals.

To solve this problem, the researcher used electronic circuits to convert the original signal into pulse signal and then send it to the microcontroller. Microcontroller will calculate and display results on LCD.

The end, the researcher manufactured the measuring equipment based on three signals: signal of the MAP sensor, signal camshaft position sensor, battery voltage signal.

Experimental results show that this equipment measures with small error.

Key words: engine speed, signal, microcontroller.

I. GIỚI THIỆU

Tốc độ động cơ là một thông số rất quan trọng, chứa đựng nhiều thông tin phản ánh toàn diện tình trạng làm việc của động cơ. Dựa vào tốc độ động cơ và thông qua hệ thống chẩn đoán người ta có thể biết được tình trạng làm việc

của động cơ.

Hiện nay có nhiều phương pháp được sử dụng để xác định tốc độ động cơ trên ô tô bằng cách nhận tín hiệu gửi về từ các cảm biến như: cảm

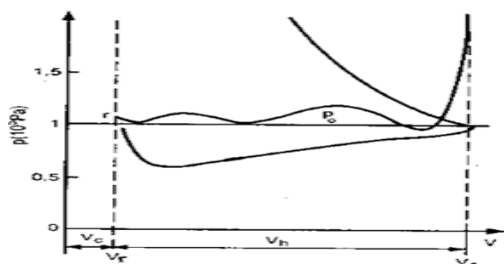
biến điện từ, cảm biến Hall, cảm biến quang và dùng tín hiệu từ cực âm bobine... sau đó đưa tín hiệu này vào bộ xử lý để xác định tốc độ động cơ.

Với ý tưởng là nếu các bộ phận, chi tiết được kết nối với động cơ thì ta có thể tính được tốc độ động cơ. Do đó, người nghiên cứu đưa ra phương pháp dùng tín hiệu từ cảm biến đo áp suất tuyệt đối đường ống nạp MAP và tín hiệu điện áp ắc quy trong hệ thống cung cấp điện để tính toán tốc độ động cơ. Và so sánh kết quả với việc đo tốc độ động cơ từ cảm biến vị trí trục cam tín hiệu.

II. NỘI DUNG

1. Áp suất chân không trên đường ống nạp [1]

Dao động của áp suất chân không trên đường ống nạp xuất phát từ quá trình thay đổi môi chất trong quá trình hoạt động của động cơ.



Hình 1: Đồ thị công vùng thấp áp của quá trình thay đổi môi chất [1].

Có nghĩa là tần số của dao động áp suất phụ thuộc vào tần số thay đổi môi chất của các xi lanh trong động cơ. Tốc độ động cơ càng lớn, tần số thay đổi môi chất càng lớn, dao động của áp suất càng nhanh. Như vậy, tốc độ động cơ quy định tần số dao động của áp suất, hay từ tần số dao động của áp suất chân không trên đường ống nạp ta có thể xác định được tốc độ động cơ.

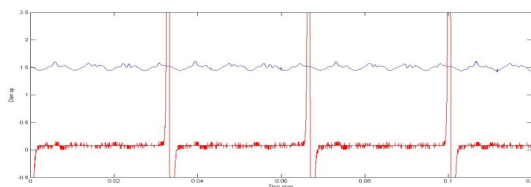
2. Hệ thống cung cấp điện trên ô tô [2]

Điện áp trung bình giữa hai đầu ắc quy khi động cơ hoạt động là từ 13,8V đến 14,2V theo hoạt động của bộ tiết chế. Có thể xem điện áp 2 đầu ắc quy là hiệu của điện áp máy phát sau chỉnh lưu và sụt áp do tải điện khi động cơ hoạt động. Thành phần sụt áp do điện áp tiêu

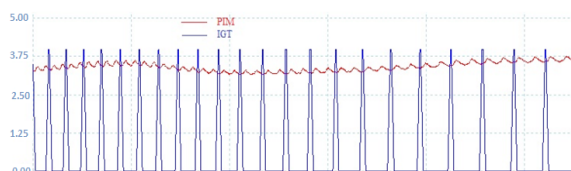
thụ khi đánh lửa có tính chu kỳ rõ ràng nhất.

3. Biên dạng tín hiệu của cảm biến MAP và tín hiệu điện áp ắc quy

a. Tín hiệu chân PIM của cảm biến MAP (Toyota)



Hình 2: Biên dạng tín hiệu chân PIM cảm biến MAP và tín hiệu G.



Hình 3: Biên dạng tín hiệu chân PIM khi tăng giảm tốc độ.

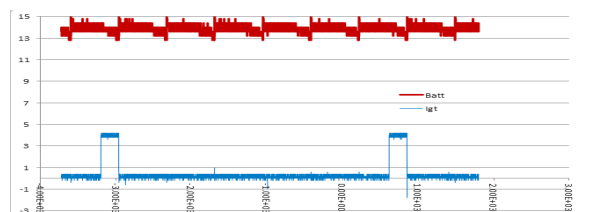
Dao động có tính chu kỳ của tín hiệu PIM là do hoạt động của kỳ nạp động cơ gây nên. Khi ở kỳ nạp ở một xi lanh bất kỳ, độ chân không trên đường ống góp nạp tăng làm điện áp chân PIM giảm. Qua khỏi kỳ nạp, áp suất tăng làm điện áp tăng. Ở động cơ 4 kỳ 4 xi lanh, trong hai vòng quay trục khuỷu có bốn kỳ nạp xảy ra, tương ứng với 4 dao động của tín hiệu. Do đó, tốc độ động cơ liên hệ với tần số dao động này như sau:

$$RPM = 60 \cdot f_{MAP} / 2 = 30 f_{MAP} \quad (1)$$

Tổng quát, đối với động cơ 4 kỳ n xi lanh thì:

$$RPM = \frac{2}{n} \cdot 60 \cdot f_{MAP} \quad (2)$$

b. Tín hiệu điện áp ắc quy



Hình 4: Mối liên hệ giữa điện áp ắc quy và tín hiệu đánh lửa IGT1 trên động cơ IG-FE.

Đối với động cơ 4 kỳ n xi lanh thì mối liên hệ giữa tần số đánh lửa và tốc độ động cơ là:

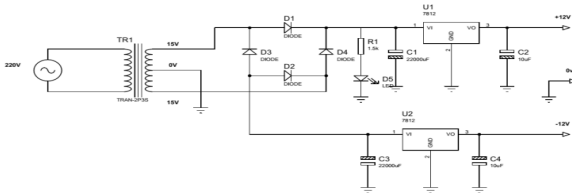
$$RPM = \frac{2}{n} \cdot 60 \cdot f_{\text{đánh lửa}} = \frac{120}{n} \cdot f_{\text{đánh lửa}} \quad (3)$$

Như vậy, bằng cách xác định tần số sụt áp có tính chu kì của điện áp ắc quy, ta có thể tính được tốc độ động cơ.

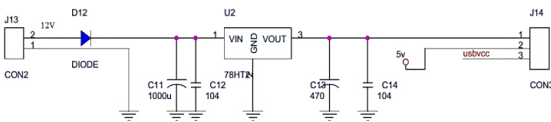
Ưu điểm của phương pháp này là không cần biết tỉ số truyền giữa động cơ và máy phát, không cần quan tâm tới số cặp cực mà chỉ cần biết số kỳ và số xi lanh là có thể tính được tốc độ động cơ.

1. Thiết kế mạch tính tốc độ động cơ từ cảm biến MAP, vị trí trục cam, tín hiệu điện áp ắc qui

a. Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn ±12V

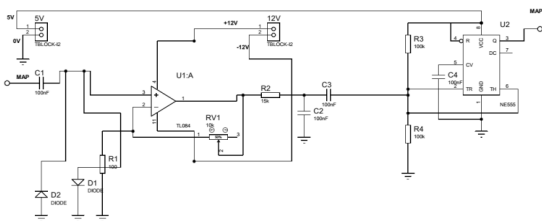


Hình 5: Sơ đồ mạch nguồn ±12V.



Hình 6: Sơ đồ mạch nguồn 5V.

b. Sơ đồ nguyên lý mạch xử lý tín hiệu PIM, G và BATT

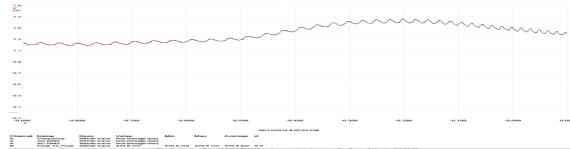


Hình 7: Mạch xử lý tín hiệu cảm biến MAP.

Mục đích của mạch xử lý là biến đổi các dao động có tính chu kì của tín hiệu đầu vào thành các tín hiệu ra dạng xung vuông có thể đếm được.

- Tín hiệu cảm biến MAP:

Đặc điểm của tín hiệu này là các dao động có tính chu kỳ theo quá trình nạp của từng xi lanh có giá trị nhỏ (thường khoảng 100mV đối với động cơ 4 xi lanh) và giá trị điện áp trung bình không ổn định mà thay đổi theo tốc độ và tải của động cơ. Do vậy không thể biến đổi tín hiệu về xung vuông ngay được.

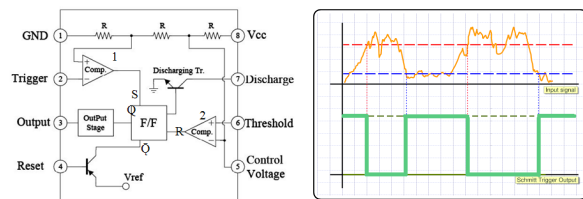


Hình 8: Dạng tín hiệu của cảm biến MAP khi tăng giảm tốc.



Hình 9: So sánh tín hiệu cảm biến MAP trước và sau mạch lọc thông thấp.

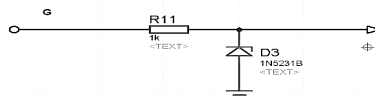
Tín hiệu sau cùng được đưa vào mạch Trigger Smith dùng IC NE555.



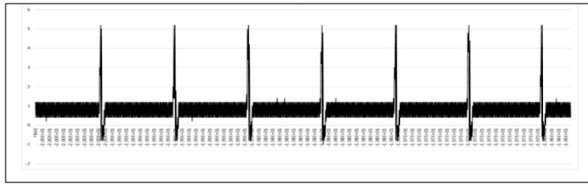
Hình 10: Cấu tạo IC 555 và tín hiệu sau khi qua mạch Trigger Smith dùng IC 555 [6].

- Tín hiệu cảm biến G:

Tín hiệu này đã có sẵn cạnh xuống nên chỉ cần mắc nối tiếp tín hiệu với điện trở 1kΩ và mắc song song với Zener 5,1V làm nhiệm vụ xén xung tín hiệu khi giá trị điện áp tăng cao ở tốc độ cao.



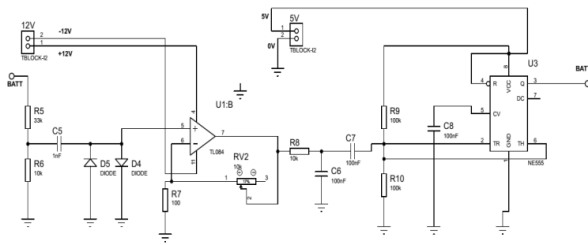
Hình 11: Xử lý tín hiệu cảm biến G.



Hình 12: Tín hiệu cảm biến G.

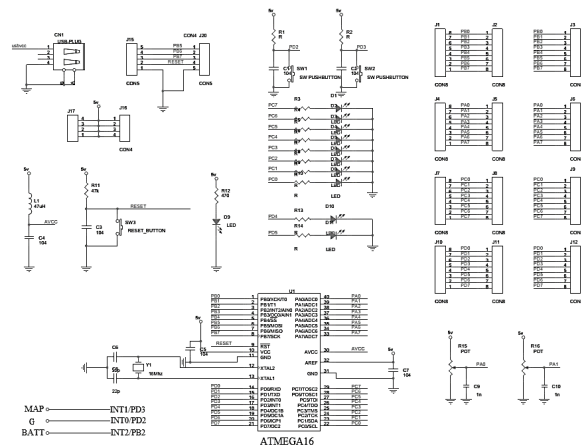
- Tín hiệu điện áp ắc quy:

Do đó, phương pháp xử lý tín hiệu này hoàn toàn tương tự như xử lý tín hiệu cảm biến MAP nhưng ta kèm theo một cầu phân áp để hạ điện áp tín hiệu xuống trước khi đưa vào xử lý.



Hình 13: Mạch xử lý tín hiệu điện áp ắc quy.

c. Sơ đồ mạch vi điều khiển ATMEGA 1



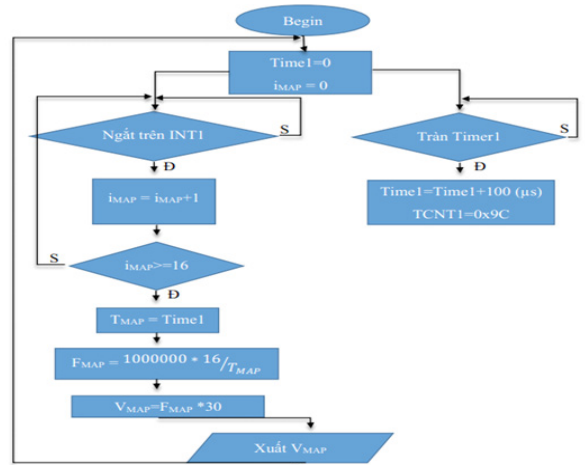
Hình 14: Mạch giao tiếp ATMEGA16.[6].

Các tín hiệu vào MAP, G và BATT lần lượt đưa vào ba chân ngắt ngoài INT1/PD3, INT0/PD2 và INT2/PB2.

d. Thuật toán tính tốc độ động cơ

Phương pháp xử lý là tính tần số của tín hiệu $f = 1/T$ rồi dựa vào mối liên hệ giữa tần số tín hiệu và tốc độ động cơ để tính ra tốc độ động cơ.

Lưu đồ thuật toán xử lý tín hiệu cảm biến MAP như sau, với tín hiệu G và tín hiệu điện áp ắc quy xử lý hoàn toàn tương tự:



Hình 15: Sơ đồ khối thuật toán xử lý tín hiệu.

III. THỬ NGHIỆM & ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

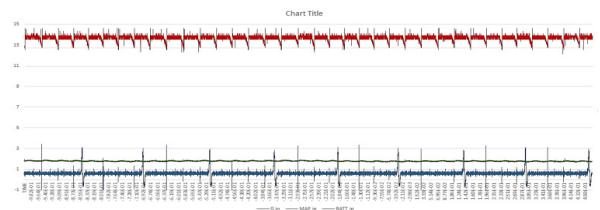
1. Thử nghiệm

Kết nối các dây tới các cực tín hiệu có sẵn trên ECU: chân PIM của cảm biến MAP, chân BATT, chân tín hiệu G và chân lấy mass tín hiệu E2.

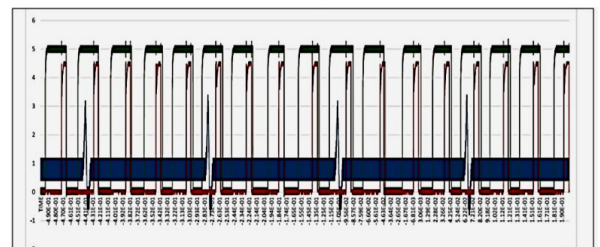
2. Đánh giá kết quả

Tín hiệu sau khi được xử lý

Dạng chung của tín hiệu trước và sau xử lý:



Hình 16: Dạng chung của 3 tín hiệu trước khi xử lý.



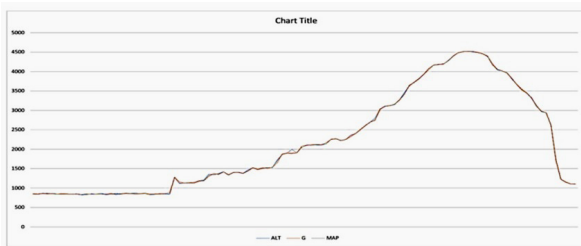
Hình 17: Dạng chung của 3 tín hiệu sau khi xử lý.

Nhận xét:

- **Tín hiệu MAP:** có dạng xung vuông có độ rộng gần đều nhau, chu kỳ của các xung đều nhau ở tốc độ thấp và chu kỳ giảm nếu tốc độ tăng lên, không có hiện tượng mất xung hay thừa xung khi động cơ hoạt động bình thường.

- **Tín hiệu BATT:** có dạng như tín hiệu MAP và có cùng tần số với tín hiệu MAP nhưng độ rộng xung nhỏ hơn, không có hiện tượng mất xung hay thừa xung nếu động cơ vẫn bình thường.

- **Tín hiệu G:** có dạng xung nhọn, không khác nhiều so với tín hiệu vào nhưng biên độ tín hiệu không vượt quá mức 5,1 V.



Hình 18: Đồ thị đáp ứng tốc độ của 3 phương pháp đo (được vẽ bằng phần mềm Excel).

Kết quả từ đồ thị đáp ứng tốc độ của 3 phương pháp cho thấy sai số tốc độ của mỗi phương pháp là khá nhỏ.

IV. KẾT LUẬN

Bài báo về “*Nghiên cứu, đánh giá một số phương pháp mới đo tốc độ động cơ*” đạt được một số kết quả như sau:

- Nêu được mối liên hệ giữa tốc độ động cơ và hệ thống trên động cơ mà ở đây thực hiện trên 3 tín hiệu tiêu biểu là PIM, G và BATT.

- Thiết kế và thi công thành công thiết bị đo tốc độ động cơ từ các tín hiệu đó.

- So sánh, đánh giá mức độ phản ánh chính xác giá trị tốc độ động cơ của các tín hiệu.

Đề tài đạt được một số kết quả nhất định nhiều ý nghĩa về mặt khoa học cũng như thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

[1] Nguyễn Tất Tiến, *Nguyên lý động cơ đốt trong*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2000.

[2] Đỗ Văn Dũng, *Trang bị điện và điện tử trên ô tô hiện đại*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, 2004.

Tiếng Anh

[3] J.Hotchkiss, Barbaral and Jones, *Measurement of engine speed by the analysis of vibration*

[4] SONGXiang, LIXu và ZHANGWei-gong, *The new Measurement Algorithm of the Engine Speed Base on the Basic Frequency of Vibration Signal*

[5] HinbLin và KanDing, *A new method for measuring engine rotational speed based on the vibration, discrete spectrum correction technique*

[6] ATmega 16, NE555, LCD1602, TL084 Opamp datasheet

Website

[7] www.hocavr.com

[8] <http://ky-thuat-oto.blogspot.com/>

[9] <http://www1.hcmute.edu.vn/ckd//LETHANHPHUC/TTDien>