



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0041663

(51)^{2020.01} F02D 19/00

(13) B

(21) 1-2021-06168

(22) 04/10/2021

(45) 25/11/2024 440

(43) 25/04/2023 421

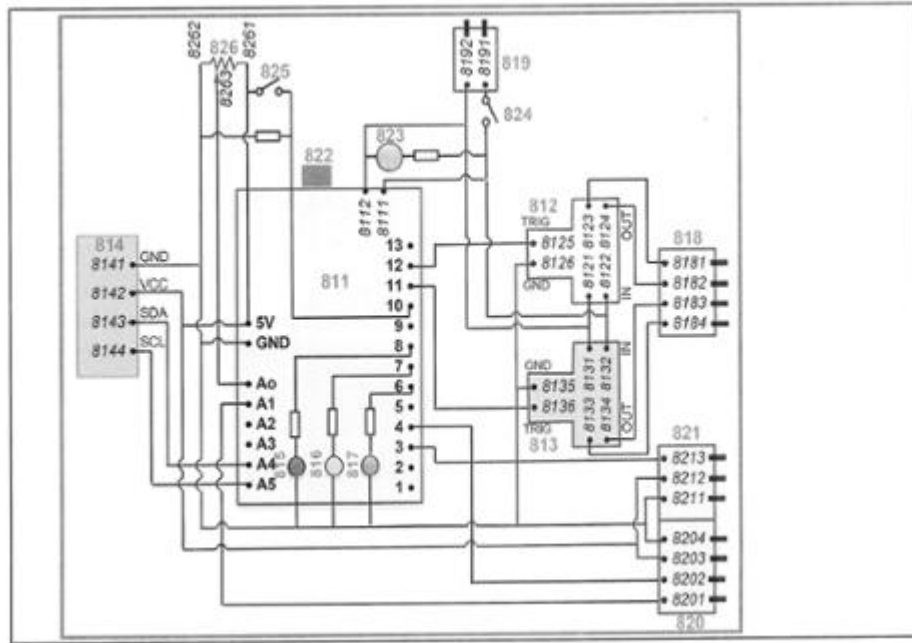
(73) BÙI VĂN GA (VN)

Đại Học Đà Nẵng, 41 Lê Duẩn, Phường Hải Châu 1, Quận Hải Châu, Thành Phố Đà Nẵng

(72) BÙI VĂN GA (VN); BÙI THỊ MINH TÚ (VN).

(54) HỘP ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CUỒNG BỨC SỬ DỤNG KHÍ TỔNG HỢP TRONG HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO LAI

(57) Hộp điều khiển động cơ đề xuất trong sáng chế này được sử dụng để chuyển đổi động cơ xăng truyền thống thành động cơ chạy bằng khí tổng hợp phù hợp với điều kiện làm việc của hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối. Nhờ nguyên lý kết hợp thực-ảo, hộp điều khiển chỉ sử dụng 2 cảm biến, không cần gián đồ động cơ, nhưng có thể thực hiện đồng thời 3 chức năng: phun nhiên liệu, điều chỉnh góc đánh lửa sớm và điều tốc. Cảm biến điểm chết trên là cảm biến từ thay vào vị trí bộ-bine đánh lửa của động cơ. Cảm biến CO được đặt vào khoang lấy mẫu khí, định kỳ cung cấp thông tin chất lượng nhiên liệu để điều chỉnh góc đánh lửa sớm và thời gian phun phù hợp. Vòi phun điện từ cung cấp khí tổng hợp vào đường nạp động cơ ở phía trước bướm ga. Thời gian nhắc kim phun được điều khiển tự động bởi chương trình điều tốc hoặc bằng tay thông qua biến trở. Bộ điều tốc cơ khí của động cơ được giữ nguyên. Mối quan hệ giữa độ mở bướm ga và thời gian phun nhiên liệu được xác định gián tiếp thông qua tốc độ động cơ. Không có mối quan hệ cơ học hoặc khí động học giữa bộ điều tốc và vòi phun. Mô-đun đánh lửa bằng điện ắc-quy của xe gắn máy hoặc bộ đánh lửa tích hợp của ô tô được sử dụng để thay thế hệ thống đánh lửa của động cơ. Để thực hiện được các chức năng trên, hộp điều khiển động cơ sử dụng bộ vi điều khiển thông dụng, được cài đặt chương trình viết theo thuật toán đề xuất trong sáng chế này. Vi điều khiển được đặt trong hộp chống nhiễu điện từ. Các đầu dây kết nối hộp điều khiển với các bộ phận bên ngoài được khử nhiễu. Hộp điều khiển được chế tạo bằng những phụ kiện phổ biến trên thị trường nên giá thành thấp và có thể sản xuất hàng loạt dễ dàng. Hộp điều khiển có tính vạn năng cao nhờ phần cứng dùng chung, phần mềm được điều chỉnh các thông số theo kích cỡ công suất động cơ và điều kiện cung cấp nhiên liệu. Hộp điều khiển động cơ trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối góp phần phát triển ứng dụng năng lượng tái tạo, tiết kiệm nhiên liệu hóa thạch và giảm phát thải chất khí gây hiệu ứng nhà kính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này liên quan đến lĩnh vực ứng dụng năng lượng tái tạo.

Giảm phát thải chất khí gây hiệu ứng nhà kính để giữ cho nhiệt độ bầu khí quyển không vượt quá ngưỡng cực đoan là chiến lược chung mang tính toàn cầu hiện nay. CO₂ trong sản phẩm cháy của nhiên liệu hóa thạch là thủ phạm chính làm gia tăng nồng độ chất khí gây hiệu ứng nhà kính trong bầu khí quyển. Vì vậy lộ trình cắt giảm phát thải các chất khí gây hiệu ứng nhà kính theo cam kết Pa-ri năm 2015 chỉ có thể đạt được một cách căn bản khi đại bộ phận năng lượng hóa thạch sử dụng hiện nay được thay thế bằng các nguồn năng lượng tái tạo trong tất cả các lĩnh vực hoạt động sản xuất và đời sống.

Tuy nhiên, việc sử dụng năng lượng tái tạo cho tới nay vẫn còn nhiều vướng mắc về công nghệ lưu trữ năng lượng. Phần lớn các nguồn năng lượng tái tạo có đặc điểm chung là không ổn định, công suất thay đổi ngẫu nhiên theo thời gian trong ngày, phụ thuộc nhiều vào sự thay đổi của thời tiết và điều kiện thủy văn. Vì vậy việc sử dụng một nguồn năng lượng tái tạo duy nhất nói chung không thể đảm bảo được tính ổn định và liên tục của công suất nếu không có hệ thống lưu trữ năng lượng hay nguồn công suất bù đủ lớn. Việc phối hợp sử dụng nhiều nguồn năng lượng tái tạo, gọi là hệ thống năng lượng tái tạo lai, giúp khắc phục được bất cập này.

Ở các nước nông nghiệp vùng nhiệt đới thì năng lượng mặt trời và năng lượng sinh khối rất dồi dào. Cường độ bức xạ mặt trời trung bình thường ở mức cao quanh năm. Tuy nhiên năng lượng mặt trời bị gián đoạn ban đêm và dao động ngẫu nhiên ban ngày. Năng lượng sinh khối thì thay đổi theo mùa vụ. Việc chuyển hóa sinh khối trong sản xuất nông lâm nghiệp và chất thải rắn sinh hoạt ở vùng nông thôn thành năng lượng có ý nghĩa rất lớn trong bảo vệ môi trường và giảm phát thải các chất khí gây hiệu ứng nhà kính.

Thực tế hiện nay phần lớn chất thải rắn ở nông thôn được đốt ngoài trời hay chôn lấp ở các bãi rác không hợp vệ sinh. Đốt rác không kèm theo các biện pháp xử lý sản phẩm cháy là biến ô nhiễm thể rắn thành ô nhiễm thể khí. Chôn lấp rác không hợp vệ sinh làm gia tăng nồng độ CH_4 trong bầu khí quyển mà CH_4 có tác dụng gây hiệu ứng nhà kính gấp 23 lần so với CO_2 .

Công nghệ xử lý triệt để chất thải rắn hiện nay là chế biến chúng thành viên nén nhiên liệu RDF. Ưu điểm của việc chế biến chất thải rắn ở nông thôn hay sinh khối nói chung thành viên nén nhiên liệu là làm gia tăng mật độ vật chất cũng như mật độ năng lượng của sinh khối. Nhờ vậy viên nén nhiên liệu có thể được vận chuyển dễ dàng và có thể được lưu trữ để tăng tính chủ động trong sản xuất năng lượng.

Viên nén nhiên liệu có thể được đốt trực tiếp trong các lò công nghiệp để thu nhiệt hay được khí hóa để sản xuất nhiên liệu cung cấp cho động cơ đốt trong hay tua-bin khí. Khi khí hóa viên nén nhiên liệu chúng ta nhận được nhiên liệu khí tổng hợp (xyn-ga). Khí tổng hợp chứa các chất khí có thể cháy được như CO , CH_4 , H_2 và các tạp chất như N_2 , CO_2 , hơi nước, hạt rắn, các chất có chứa lưu huỳnh... Thành phần của khí tổng hợp thay đổi trong phạm vi rộng, phụ thuộc vào thành phần của viên nén nhiên liệu.

Từ những đặc điểm đó, việc phối hợp sử dụng năng lượng mặt trời và năng lượng sinh khối trong hệ thống năng lượng tái tạo lai sẽ rất phù hợp với hệ thống cung cấp năng lượng ở nông thôn. Ban ngày bình thường, pin mặt trời cung cấp điện cho phụ tải. Ban đêm hay lúc bức xạ mặt trời giảm xuống dưới mức cho phép thì máy phát điện chạy bằng khí tổng hợp từ khí hóa sinh khối cung cấp điện hay bổ sung điện cho phụ tải.

Tuy nhiên, hệ thống năng lượng tái tạo lai chỉ có thể được ứng dụng rộng rãi khi các thiết bị cần thiết để lắp đặt chúng có thể dễ dàng tìm được trên thị trường hay dễ chuyển đổi từ những thiết bị có sẵn. Trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối thì động cơ đốt trong kéo máy phát điện có vai trò quan trọng. Nó làm thay chức năng của hệ thống lưu trữ năng lượng tái tạo. Khác với động cơ tĩnh tại truyền thống thường vận hành ở chế độ tải tương đối ổn định với thành phần nhiên liệu không thay đổi, động cơ kéo máy phát điện trong hệ thống năng lượng tái tạo lai hoạt động trong điều kiện chế độ tải cũng như thành phần nhiên liệu thay đổi thường xuyên. Trong điều kiện đó, hệ thống điều khiển động cơ phải rất linh hoạt và mềm dẻo.

Sáng chế này sử dụng kết hợp công nghệ cơ khí và điện tử để điều khiển quá trình cung cấp nhiên liệu, điều chỉnh góc đánh lửa sớm và thực hiện điều tốc động cơ đánh lửa cưỡng bức chạy bằng khí tổng hợp, phù hợp với điều kiện vận hành trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương án cung cấp nhiên liệu khí trên động cơ tĩnh tại hiện nay thường được thực hiện bằng bộ phụ kiện cơ khí. Bộ phụ kiện gồm một van chân không có đầu vào nối với nguồn cung cấp nhiên liệu còn đầu ra nối với họng khuếch tán trước bướm ga điều khiển tải động cơ. Trong kỳ nạp,

không khí hút vào xi lanh tạo ra độ chân không tại họng, nhờ đó van chân không mở, cung cấp một lượng nhiên liệu vào động cơ.

Phương án cung cấp nhiên liệu kiểu cơ khí này có ưu điểm là đơn giản nhưng có nhược điểm khó có thể điều chỉnh thành phần hỗn hợp tối ưu cho tất cả các chế độ vận hành của động cơ. Mặt khác, bộ phụ kiện này chỉ phù hợp với một loại nhiên liệu có thành phần cố định vì thời gian đóng mở van chân không chỉ phụ thuộc vào độ chân không tại họng do dòng không khí nạp tạo ra.

Bên cạnh đó, đối với động cơ tĩnh tại truyền thống thì góc đánh lửa sớm của động cơ được cố định tương ứng với một loại nhiên liệu cho trước và chế độ tốc độ định mức. Góc đánh lửa sớm ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính tỏa nhiệt của động cơ, do đó ảnh hưởng đến hiệu suất và mức độ phát thải ô nhiễm. Cùng một chế độ tốc độ, nếu hỗn hợp nhiên liệu có tốc độ cháy thấp thì phải tăng góc đánh lửa sớm còn khi hỗn hợp nhiên liệu có tốc độ cháy cao thì phải giảm góc đánh lửa sớm. Các động cơ tĩnh tại truyền thống có góc đánh lửa sớm cố định vì vậy không phù hợp với các loại nhiên liệu có thành phần thay đổi.

Hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu phun hiện nay được áp dụng rộng rãi trên động cơ của phương tiện giao thông cơ giới. Hệ thống này bao gồm một bộ cảm biến như cảm biến vị trí trục khuỷu, cảm biến vị trí bướm ga, cảm biến tốc độ, cảm biến áp suất đường nạp, cảm biến nhiệt độ khí nạp, cảm biến nhiệt độ nước làm mát, cảm biến oxygen trên đường thải và một bộ điều khiển điện tử. Bộ điều khiển điện tử nhận thông tin từ các cảm biến, xử lý thông tin theo giản đồ động cơ đã cài đặt trong bộ nhớ và phát tín hiệu điều khiển vòi phun và hệ thống đánh lửa. Hệ thống điều khiển này không tích hợp chức năng điều tốc. Mặt khác, do tính phức tạp của hệ thống điều khiển nên nó chưa được áp dụng trên các loại động cơ tĩnh tại phổ biến hiện nay.

Trong thực tế việc chuyển đổi các loại động cơ tĩnh tại truyền thống thành động cơ sử dụng nhiên liệu tái tạo thường được thực hiện bằng các bộ phụ kiện kiểu cơ khí với những bất cập như đã nêu trên đây. Việc chuyển đổi các loại động cơ này thành động cơ điều khiển điện tử như các động cơ trên phương tiện giao thông có thể khắc phục được các bất cập của bộ phụ kiện cơ khí nhưng rất phức tạp, đòi hỏi phải lắp đặt rất nhiều cảm biến và xây dựng lại giản đồ phun, đánh lửa đối với mỗi loại động cơ và mỗi loại nhiên liệu. Điều này không phù hợp với tình hình thực tế đa dạng về chủng loại động cơ cũng như điều kiện làm việc thay đổi thường xuyên trong hệ thống năng lượng tái tạo lại.

Trên cơ sở phân tích đặc điểm của các giải pháp điều khiển động cơ hiện có, sáng chế này đề ra giải pháp kỹ thuật để cải tạo động cơ xăng truyền thống thành động cơ sử dụng khí tổng hợp, có thể tự động điều chỉnh lượng nhiên liệu cung cấp cho mỗi chu trình, tự động điều chỉnh góc đánh lửa sớm theo thành phần nhiên liệu và tự động điều tốc để giữ ổn định tốc độ động cơ.

Giải pháp do sáng chế này đề xuất có những đặc điểm cơ bản sau:

- Hệ thống đơn giản nhưng tin cậy, tận dụng tối đa cơ cấu, hệ thống của động cơ nguyên thủy,
- Có tính tự động hóa cao,
- Có tính vạn năng, thích nghi với nhiều loại nhiên liệu và kích cỡ công suất của động cơ,
- Giá thành bộ điều khiển thấp, dễ lắp ráp, vận hành và bảo trì, phù hợp với điều kiện sử dụng ở nông thôn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế này sử dụng công nghệ cơ-điện tử để điều khiển động cơ tĩnh tại chạy bằng nhiên liệu khí tổng hợp phù hợp với điều kiện làm việc

của hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối.

Sự thay đổi của thành phần nhiên liệu được xác định thông qua cảm biến đo nồng độ CO, thành phần chính trong khí tổng hợp. Góc đánh lửa sớm và thời gian phun nhiên liệu được điều chỉnh dựa trên sự thay đổi của thành phần nhiên liệu và các thông số vận hành của động cơ. Thành phần nhiên liệu được cập nhật vào chương trình điều khiển khi khởi động hệ thống và định kỳ, mỗi phút một lần, chia làm 3 mức: giàu, trung bình và nghèo.

Sử dụng lại bộ điều tốc cơ khí của động cơ nguyên thủy để điều khiển chế độ tải động cơ. Tuy nhiên, mối quan hệ giữa độ mở bướm ga và lượng phun nhiên liệu không được kiểm soát bởi qui luật khí động học như trường hợp bộ phụ kiện kiểu cơ khí cũng không được kiểm soát thông qua cảm biến vị trí bướm ga với giả đồ động cơ như trường hợp động cơ điều khiển điện tử. Trong sáng chế này, lượng nhiên liệu cung cấp cho mỗi chu trình được kiểm soát bằng chương trình điều tốc cài đặt vào vi điều khiển dựa trên biến thiên tốc độ ở một chế độ tải cho trước. Mối liên hệ giữa độ mở bướm ga và thời gian mở vòi phun là mối liên hệ ảo. Ở một mức chất lượng nhiên liệu cho trước, lượng nhiên liệu chu trình lớn nhất ứng với khi động cơ chạy ở chế độ toàn tải và lượng nhiên liệu chu trình nhỏ nhất ứng với khi động cơ chạy ở chế độ không tải.

Khi động cơ đang chạy ổn định ở một chế độ tải nào đó, nếu tải cần thay đổi thì tốc độ động cơ thay đổi theo, bộ điều tốc cơ khí thay đổi độ mở bướm ga, đồng thời vi điều khiển điều chỉnh thời gian phun cho đến khi động cơ đạt được tốc độ định mức ở chế độ tải mới. Việc điều chỉnh thời gian phun nhiên liệu không trực tiếp dựa trên thông tin về độ mở bướm ga.

Nhờ nguyên lý điều tốc kết hợp thực-ảo, giải pháp do sáng chế này đề xuất cho phép đơn giản hóa tối đa bộ điều khiển điện tử áp dụng trên động cơ tĩnh tại. Giải pháp này sử dụng bộ vi điều khiển thông thường, không cần phải xây dựng giản đồ động cơ vốn rất phức tạp vì mỗi giản đồ chỉ ứng với một loại động cơ và nhiên liệu cho trước. Giải pháp chỉ sử dụng 2 cảm biến: cảm biến chất lượng nhiên liệu khí và cảm biến điểm chết trên, thay vì sử dụng 6 cảm biến như trên động cơ điều khiển điện tử phổ biến hiện nay.

Cảm biến chất lượng khí là cảm biến thông dụng để đo thành phần khí chính trong nhiên liệu. Trong trường hợp khí tổng hợp, cảm biến CO được sử dụng. Theo nguyên lý này, giải pháp có thể được ứng dụng trong nhiều trường hợp khác, ví dụ trong trường hợp khí sinh học thì sử dụng cảm biến CH_4 thay cho cảm biến CO.

Cảm biến điểm chết trên là cảm biến từ thông dụng kết hợp với nam châm vĩnh cửu lắp trên bánh đà của động cơ nguyên thủy. Nhờ vậy việc lắp đặt cảm biến không ảnh hưởng đến kết cấu của động cơ.

Hệ thống cung cấp xăng của động cơ nguyên thủy được giữ nguyên. Do đó động cơ có thể sử dụng lại xăng khi cần thiết.

Nhờ giải pháp công nghệ này, động cơ xăng tĩnh tại truyền thống có thể được chuyển đổi thành động cơ sử dụng khí tổng hợp phù hợp với điều kiện vận hành của hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối. Hệ thống đơn giản, làm việc tin cậy, có tính tự động hóa cao, có tính vạn năng, thích nghi với nhiều loại nhiên liệu và kích cỡ công suất khác nhau của động cơ. Nguyên lý của giải pháp có thể được áp dụng trên các hệ thống năng lượng tái tạo lai khác có sử dụng nhiên liệu khí.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

- Hình 1 là sơ đồ hệ thống năng lượng tái tạo lai, phối hợp sử dụng năng lượng mặt trời và năng lượng sinh khối.
- Hình 2 là sơ đồ nguyên lý của hệ thống điều khiển động cơ tĩnh tại đánh lửa cưỡng bức trong hệ thống năng lượng tái tạo lai.
- Hình 3 là sơ đồ kết nối các mô-đun của hộp điều khiển động cơ tĩnh tại đánh lửa cưỡng bức trong hệ thống năng lượng tái tạo lai.
- Hình 4 là sơ đồ mô-đun phun nhiên liệu khí tổng hợp.
- Hình 5 là sơ đồ mô-đun đánh lửa.
- Hình 6 là sơ đồ bố trí cảm biến đánh dấu điểm chết trên.
- Hình 7 là sơ đồ bố trí cảm biến CO.
- Hình 8 là sơ đồ đầu dây tổng thể của hộp điều khiển.
- Hình 9 là bộ tín hiệu khi động cơ làm việc gồm tín hiệu điểm chết trên, tín hiệu phun và tín hiệu đánh lửa.
- Hình 10 là sơ đồ thuật toán của chương trình điều tốc động cơ.
- Hình 11 là sơ đồ kết nối các mô-đun chương trình điều khiển được cài đặt vào bộ vi điều khiển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1 giới thiệu sơ đồ hệ thống năng lượng tái tạo lai phối hợp sử dụng hai nguồn năng lượng phổ biến ở nông thôn: năng lượng mặt trời và năng lượng sinh khối. Chất thải sinh hoạt 1 và chất thải trong sản xuất nông lâm nghiệp 2 được trộn lẫn với nhau để sản xuất viên nén nhiên liệu RDF 3. Các chất thải sau khi được xử lý và chế biến thành viên nén nhiên liệu thì mật độ vật chất gia tăng, có thể lưu trữ hay vận chuyển bằng các phương tiện chuyên chở vật tư thông thường 4 đến các nơi tiêu thụ. Tại nơi tiêu thụ, viên nén nhiên liệu được cung cấp cho lò khí hóa 5 để chuyển hóa sinh khối thành khí tổng hợp gồm các chất chính có thể cháy được CO, CH₄, H₂ và các tạp chất CO₂, N₂, hơi nước, hạt rắn, các chất chứa lưu huỳnh... Sau

khí qua hệ thống lọc tạp chất 6 và ngưng tụ hơi nước, khí tổng hợp được lưu trữ ở túi chứa khí 7. Tùy theo nhu cầu sử dụng, khí tổng hợp có thể được nén vào các bình chứa ở áp suất khác nhau. Khí tổng hợp có thể được sử dụng riêng rẽ hay trộn lẫn với các loại khí tái tạo khác như khí sinh học, khí hi-drô... để nâng cao chất lượng nếu những nhiên liệu khí này có sẵn tại nơi sử dụng.

Khí tổng hợp được dùng để cung cấp cho động cơ tĩnh tại đánh lửa cưỡng bức kéo máy phát điện 9 thông qua hộp điều khiển động cơ 8 được mô tả trong sáng chế này. Tùy thuộc nhu cầu sử dụng, công suất động cơ có thể thay đổi từ vài kW đến hàng trăm kW. Hộ gia đình hay cơ sở sản xuất 10 được lắp đặt hệ thống điện mặt trời kiểu áp mái 11 với công suất đủ để sử dụng lúc trời nắng bình thường. Ban đêm hay lúc bức xạ mặt trời giảm, cụm máy phát điện với động cơ chạy bằng khí tổng hợp sẽ khởi động để cung cấp điện hoặc bổ sung công suất điện cho nơi tiêu thụ.

Với sự phối hợp năng lượng của hệ thống năng lượng tái tạo lai, động cơ kéo máy phát điện 9 làm việc trong điều kiện thay đổi thường xuyên về chế độ tải cũng như thành phần nhiên liệu, khác với động cơ tĩnh tại truyền thống. Do đó hệ thống điều khiển động cơ phải linh hoạt để đảm bảo động cơ hoạt động hiệu quả. Hộp điều khiển động cơ 8 đề xuất trong sáng chế này là nhằm thực hiện nhiệm vụ đó.

Trên các hình 1 và hình 2, hệ thống điều khiển động cơ chạy bằng khí tổng hợp trong hệ thống năng lượng tái tạo lai gồm hộp điều khiển 81, cụm đánh lửa 82, cụm vòi phun 83 và cụm cảm biến 84. Hộp điều khiển nhận tín hiệu của các cảm biến, xử lý thông tin theo chương trình cài đặt sẵn để phát tín hiệu điều khiển vòi phun khí tổng hợp và điều khiển hệ thống đánh lửa.

Trên hình 2, khi động cơ chạy bằng khí tổng hợp thì khóa xăng đóng, hệ thống cung cấp nhiên liệu xăng 98 không hoạt động. Khí tổng hợp sau

khi qua vòi phun 83 được ống mềm 96 dẫn đến lỗ phun 97 phía trước họng tiết lưu 95 để cung cấp vào đường nạp 94 của động cơ. Khi động cơ hoạt động, bộ điều tốc 91 thông qua cơ cấu tay đòn 92, điều khiển bướm ga 93 theo tốc độ động cơ. Lượng nhiên liệu cung cấp cho động cơ ở mỗi chế độ tải do chương trình điều tốc điều khiển, không theo giản đồ phun. Nhờ vậy giải pháp này không sử dụng các cảm biến vị trí bướm ga, cảm biến áp suất, cảm biến nhiệt độ khí nạp và cảm biến ô-xy như các giải pháp truyền thống.

Hình 3 thể hiện sơ đồ kết nối các bộ phận của hộp điều khiển động cơ. Vi điều khiển thông dụng 811 được cài đặt chương trình thông qua cổng kết nối USB với máy tính 822. Trong mô tả này vi điều khiển Ạc-dui-nô được sử dụng. Tuy nhiên nguyên tắc của sáng chế có thể được áp dụng cho các loại vi điều khiển khác. Các rơ-le điện tử 812 và 813 là các một-xơ-phét cách ly quang, làm nhiệm vụ đóng, ngắt dòng điện cung cấp cho vòi phun và bộ kích của hệ thống đánh lửa. Nhờ vậy bộ vi điều khiển được bảo vệ an toàn đối với dòng điện ngược phát sinh trong quá trình vòi phun và hệ thống đánh lửa hoạt động. Màn hình LCD 814 hiển thị những thông số chính của hệ thống gồm tốc độ động cơ, mức tải, mức CO trong nhiên liệu khí tổng hợp. Các đèn lét 815, 816 và 817 báo hiệu các thông tin trực quan khi hệ thống vận hành. Công tắc 825 để chuyển từ chế độ tự động sang chế độ điều khiển bằng tay hay ngược lại. Ở chế độ điều khiển bằng tay, thời gian phun được điều chỉnh bằng biến trở 826. Tín hiệu đầu vào của các cảm biến được kết nối với vi điều khiển thông qua các cổng 820 và 821. Tín hiệu đầu ra được kết nối với vòi phun và hệ thống đánh lửa thông qua cổng 818. Hộp điều khiển được cung cấp nguồn điện một chiều 12 vôn qua ổ cắm 819. Công tắc 824 để đóng, ngắt nguồn điện. Đèn lét 823 sáng khi hệ thống đã được cấp điện.

Trên hình 3, các bộ phận từ 811 đến 826 được đặt trong hộp chống nhiễu điện từ. Các đầu dây đấu nối vào hộp điều khiển đều được xử lý nhiễu điện từ để giúp cho bộ vi điều khiển hoạt động ổn định.

Trên các hình 2, hình 3 và hình 4, đầu ra cực dương 8182 và đầu ra cực âm 8181 của hộp điều khiển được đấu theo thứ tự vào đầu vào cực dương 8312 và đầu vào cực âm 8313 của vòi phun 83. Cuộn dây 831 có lõi là ống inox 832 được bắt chặt vào khoang chứa nhiên liệu 836 nhờ đầu bu lông 835. Trong ống 832 có lò xo nén 833 một đầu tựa lên đầu bu-lông 8314, một đầu ép kim phun 834 lên để kim phun 8311. Đường kính D của lỗ vòi phun thay đổi theo cỡ công suất của động cơ. Đầu thoát nhiên liệu ra khỏi vòi phun 839 được nối với ống mềm 96 thông qua đầu nối khí nén 838. Cụm vòi phun được bắt lên giá động cơ, gần với lỗ cấp nhiên liệu 97, tại vị trí thuận tiện nhờ bu lông bắt qua lỗ 8310.

Trên hình 3 và hình 5, đầu ra dương 8183 và đầu ra âm 8184 của hộp điều khiển được đấu lần lượt vào đầu vào cực dương 8212 và đầu vào cực âm 8213 của bộ kích hoạt đánh lửa điện tử 821. Đầu ra 8214 của bộ kích hoạt đánh lửa được đấu vào đầu vào 8223 của cuộn dây sơ cấp bô-bine đánh lửa 822. Đầu 8222 của bô-bine được đấu mát. Bô-bine 822 được bắt vào thân động cơ qua hai lỗ 8221. Đầu ra cao áp của bô-bine được dẫn đến nền đánh lửa 824 nhờ dây cao áp 823. Mô tả này sử dụng bộ kích hoạt đánh lửa điện tử 821, bô-bine đánh lửa 822, dây cao áp 823 và nền đánh lửa 824 của hệ thống đánh lửa điện bình ắc-qui xe gắn máy. Hệ thống đánh lửa này có thể được thay thế bằng bộ đánh lửa tích hợp áp dụng trên ô tô thể hệ mới, trong đó bộ kích hoạt đánh lửa 821, bô-bine đánh lửa 822 và dây cao áp 823 được lắp gọn trên nắp chụp của nền đánh lửa.

Trên hình 6, bô-bine đánh lửa điện máy được tháo ra khỏi động cơ nguyên thủy và thay vào đó là cảm biến từ 842. Trong mô tả này cảm biến từ Han được sử dụng. Tuy nhiên nguyên lý này có thể được áp dụng cho

nhiều loại cảm biến từ khác. Trên hình 3 và hình 6, đầu ra cực dương 8212, đầu ra cực âm 8211 và đầu vào tín hiệu 8213 của hộp điều khiển lần lượt được đấu vào đầu vào cực dương 8422, đầu vào cực âm 8421 và đầu ra tín hiệu 8423 của cảm biến 842. Cảm biến 842 được bắt chặt vào thân động cơ nhờ bánh 8425 và hai bu-lông 8424 sao cho trục cảm biến hướng vào tâm vành bánh đà và khe hở giữa mặt cảm biến 842 và mặt vành bánh đà nằm trong khoảng từ 1,5 mm đến 2,5 mm. Khi cực nam của nam châm 98 gắn trên bánh đà 97 quay qua mặt cảm biến 842 thì cảm biến tạo ra một xung điện gửi đến vi điều khiển để đánh dấu điểm chết trên.

Trên hình 7, cảm biến CO 841 được bắt vào khoang lấy mẫu khí 8416 bằng hai bu-lông 8415. Trên hình 3 và hình 7, đầu ra dương 8203, đầu ra âm 8204, đầu vào a-na-lóc 8201, đầu vào di-gi-tan 8202 theo thứ tự được đấu vào đầu vào dương 8413, đầu vào âm 8414, đầu ra tín hiệu a-na-lóc 8411, đầu ra di-gi-tan 8412 của cảm biến CO 841. Định kỳ cảm biến 841 chuyển thông tin về hàm lượng CO của khí tổng hợp đến vi điều khiển để điều chỉnh góc đánh lửa sớm và thời gian phun phù hợp.

Sơ đồ đấu dây của hộp điều khiển thể hiện trên hình 8. Điện áp nguồn 1 chiều 12 vôn cung cấp cho hộp điều khiển thông qua ổ cắm 819 với cực dương 8191 và cực âm 8192. Cực âm 8192 được đấu vào cực âm 8112 của vi điều khiển và đầu vào cực âm 8121, 8131 của các rơ-le điện tử 812 và 813. Cực dương 8191 qua công tắc 824 đấu vào cực dương 8111 của vi điều khiển và đầu vào cực dương 8122, 8132 của các rơ-le điện tử 812 và 813.

Đèn lét 823 mắc nối tiếp với điện trở 1 k Ω được đấu vào cực âm và cực dương của nguồn điện, sau công tắc 824. Khi bật công tắc 824 thì đèn lét 823 sáng, báo hiệu hộp điều khiển đã được cấp điện. Vi điều khiển 811 có tích hợp mạch hạ áp điện một chiều từ 12 vôn xuống 5 vôn để cung cấp cho các cảm biến và mạch điều khiển. Đầu dương nguồn 5 vôn của vi điều

khởi được đấu vào chân 8261 của biến trở 826, chân Vcc 8142 của màn hình LCD 814, chân 8203 của cổng 820 và chân 8212 của cổng 821. Đầu âm của nguồn 5 vôn (GND) được đấu vào chân 8262 của biến trở 826, chân GND 8141 của màn hình LCD 814, vào chân âm của các đèn lét 815, 816, 817 thông qua các điện trở 300 ohm, vào chân 8204 của cổng 820, chân 8211 của cổng 821, chân âm 8126 của rơ-le điện tử 812 và chân âm 8135 của rơ-le điện tử 813. Chân con trượt 8263 của biến trở 826 được đấu vào chân Ao của vi điều khiển.

Công tắc 825 một đầu đấu vào cực dương của nguồn 5 vôn, đầu còn lại chia làm hai nhánh, một nhánh đấu vào cực âm của nguồn 5 vôn thông qua điện trở 1k Ω và một nhánh đấu trực tiếp vào chân 10 của vi điều khiển.

Chân SDA 8143 và chân SCL 8144 của màn hình LCD 814 được đấu lần lượt vào chân A4 và chân A5 của vi điều khiển.

Chân kích hoạt 8125 của rơ-le điện tử 812 và chân kích hoạt 8136 của rơ-le điện tử 813 được đấu lần lượt vào chân 12 và chân 11 của vi điều khiển. Chân 8202 của cổng 820 và chân 8213 của cổng 821 được đấu lần lượt vào chân 4 và chân 3 của vi điều khiển. Chân 8201 của cổng 820 được đấu vào chân A1 của vi điều khiển. Chân dương của các đèn lét 815, 816, 817 được đấu lần lượt vào các chân 8, 7 và 6 của vi điều khiển.

Nguyên lý làm việc của mạch điều khiển như sau:

Trên các hình 3, hình 6, hình 7 và hình 8, khi bật công tắc 824, đèn lét 823 bật sáng, hệ thống được cấp điện và sẵn sàng làm việc. Cảm biến CO 841 cung cấp cho vi điều khiển thông tin về chất lượng nhiên liệu khí tổng hợp. Khi bánh đà 97 của động cơ quay, cảm biến Han 842 phát xung mỗi khi nam châm 98 qua cảm biến. Xung của cảm biến 842 được chuyển đến chân 3 của vi điều khiển thông qua chân 8213 của cổng kết nối 821.

Vi điều khiển đánh dấu điểm chết trên, đồng thời xác định thời gian thực hiện chu trình và tốc độ động cơ.

Trên các hình 6, hình 8 và hình 9, cứ mỗi vòng quay của bánh đà, cảm biến Han gửi một tín hiệu điểm chết trên về bộ vi điều khiển. Như vậy đối với động cơ 4 kỳ thì mỗi chu trình có 2 xung điểm chết trên. Chương trình điều khiển sẽ phân biệt điểm chết trên giữa kỳ nén-giãn nở và điểm chết trên giữa kỳ thải-nạp dựa trên độ chênh lệch thời gian động cơ thực hiện kỳ nạp-nén và kỳ giãn nở-thải. Từ đó, chương trình chỉ phát xung điều khiển vòi phun trong kỳ nạp và phát xung điều khiển hệ thống đánh lửa cuối kỳ nén như hình 9. Nhờ vậy chúng ta có thể tận dụng lại cảm biến nam châm đánh lửa của động cơ nguyên thủy để xác định điểm chết trên, giúp đơn giản hóa tối đa việc cải tạo động cơ.

Trên hình 8, khi công tắc 825 bật, chân 10 của vi điều khiển ở trạng thái điện áp cao, đèn lét 816 sáng, hệ thống chuyển sang chế độ điều khiển bằng tay. Khi xoay con trượt 8263 của biến trở 826, điện áp đặt vào chân Ao của vi điều khiển thay đổi. Chương trình cài đặt trong vi điều khiển sử dụng sự thay đổi điện áp này để điều chỉnh độ rộng của xung tín hiệu điều khiển vòi phun. Khi công tắc 825 mở, chân 10 của vi điều khiển ở trạng thái điện áp thấp, đèn lét 817 sáng, hệ thống chuyển sang chế độ tự động. Thời gian đóng mở vòi phun do chương trình cài đặt sẵn trong bộ vi điều khiển kiểm soát.

Trên các hình 2, hình 3, hình 4 và hình 8, khi bắt đầu phun nhiên liệu, vi điều khiển phát xung phun thông qua chân số 12 truyền đến chân kích hoạt 8125 và đóng mạch rơ-le điện tử 812. Khi đó, dòng điện từ cực dương của ắc-quy cấp vào chân 8122 qua chân 8124, dẫn đến đầu nối 8182 của cổng kết nối 818, từ đó vào cực dương 842, ra cực âm 843 của cuộn dây vòi phun 831 và về lại cực âm của ắc-quy. Lực điện từ do cuộn dây 831 sinh ra thắng lực nén của lò xo 833 và kim phun 834 nhấc ra khỏi đế kim

phun 841. Nhiên liệu khí tổng hợp có áp suất dư từ hệ thống dự trữ nhiên liệu đi vào đầu nối khí 837 và đi ra đầu nối 839 cung cấp vào đường nạp động cơ tại miệng phun 97 thông qua ống nối mềm 96. Lượng nhiên liệu cấp vào động cơ được điều chỉnh thông qua thời gian nhắc kim phun do chương trình điều tốc kiểm soát. Không có mối quan hệ cơ khí hay thủy khí động lực học nào giữa bộ điều tốc và vòi phun.

Trên các hình 2, hình 8 và hình 10, bộ điều tốc điều chỉnh độ bướm ga theo tốc độ động cơ như trước khi cải tạo. Ở một chế độ tải và tốc độ ổn định của động cơ cho trước, chương trình điều tốc ghi nhớ thời gian phun t_{pref} . Khi tốc độ động cơ tăng (tức thời gian chu trình giảm) thì chương trình điều chỉnh thời gian phun giảm một khoảng Δt_p . Nếu chu trình tiếp theo mà tốc độ động cơ vẫn chưa trở lại giá trị định mức thì thời gian phun giảm tiếp Δt_p cho đến khi tốc độ động cơ nằm trong giới hạn cho phép và bộ nhớ lưu giá trị thời gian phun t_{pref} mới. Tương tự như vậy, khi tốc độ động cơ giảm (tức thời gian chu trình tăng) thì chương trình điều tốc điều chỉnh tăng thời gian phun tăng thêm một khoảng Δt_p . Chu trình tiếp theo, nếu tốc độ động cơ chưa đạt giá trị qui định mức thì thời gian phun giảm tiếp Δt_p cho đến khi tốc độ động cơ nằm trong giới hạn cho phép và bộ nhớ lưu giá trị thời gian phun t_{pref} mới. Trên hình 10, thời gian phun chỉ thay đổi trong phạm vi từ t_{pmin} đến t_{pmax} . Độ trễ điều tốc phụ thuộc vào việc chọn bước thay đổi thời gian phun Δt_p .

Trên các hình 2, hình 5 và hình 8, tại thời điểm đánh lửa, vi điều khiển phát xung qua chân 11 được đấu nối với chân kích hoạt 8136 và rơ-le điện tử 813 đóng mạch. Khi đó dòng điện chạy từ cực dương của ắc-quy qua cực dương 8132, ra cực dương 8134 của rơ-le điện tử 813 và dẫn đến chân 8183 của cổng kết nối 818. Từ đó, dòng điện được dẫn đến cực dương 8212, ra cực âm 8213 của bộ kích hoạt đánh lửa và về lại cực âm của ắc-quy thông qua chân 8184 của cổng kết nối 818. Bộ kích hoạt đánh lửa đóng

mạch sơ cấp của bô-bine, cho dòng điện có điện áp khoảng 250 vôn tích trong tụ điện đi qua, làm phát sinh trong cuộn dây thứ cấp một điện áp lên đến trên 25 kV, tạo tia lửa điện giữa 2 cực của nến đánh lửa 824. Do động cơ hoạt động thường xuyên ở tốc độ định mức nên góc đánh lửa sớm được điều chỉnh theo mức CO của nhiên liệu khí tổng hợp do cảm biến CO cung cấp.

Trên hình 8, trong quá trình vận hành, màn hình LCD 814 hiển thị tốc độ động cơ, mức tải và mức CO trong nhiên liệu khí tổng hợp. Đèn lét 815 sáng khi nồng độ CO trong nhiên liệu ở mức thấp. Đèn lét 816 sáng khi chân 10 của vi điều khiển ở mức điện áp cao. Đèn lét 817 sáng khi chân 10 của vi điều khiển ở mức điện áp thấp.

Để thực hiện được tất cả các chức năng trên, vi điều khiển được cài đặt một chương trình có sơ đồ thể hiện trên hình 11. Chương trình bắt đầu bằng việc khai báo thư viện các mô-đun phần cứng liên quan đến hộp điều khiển. Tiếp theo là gán các các biến số vào các chân của vi điều khiển và khai báo các tham số sử dụng trong chương trình. Các giá trị ban đầu của các tham số khi khởi động hệ thống được đưa vào phần cài đặt của chương trình.

Trong vòng lặp, chương trình thực hiện các mô-đun với chu kỳ khác nhau. Cụ thể, mô-đun điểm chết trên (ĐCT) và mô-đun điều tốc thì cứ mỗi vòng quay của trục khuỷu, thông tin được cập nhật một lần; mô-đun đánh lửa và mô-đun phun thì cứ 2 vòng quay trục khuỷu, thông tin được cập nhật một lần; mô-đun hiển thị và mô-đun cảnh báo thì cập nhật thông tin mỗi giây một lần; mô-đun CO thì cập nhật thông tin khi khởi động hệ thống, sau đó cứ mỗi phút cập nhật thông tin một lần.

Trên hình 10 và hình 11, mỗi khi cảm biến Han phát xung thì mô-đun ĐCT được kích hoạt. Nhờ thời điểm phát xung và thời gian thực hiện chu trình liên trước đó đã được lưu lại trong bộ nhớ, chương trình tính được

thời gian thực hiện một vòng quay t_{ct} và xác định được điểm chết trên khi bắt đầu kỳ nạp. Từ t_{ct} , chương trình xác định thời điểm đánh lửa theo góc đánh lửa sớm được tính toán dựa trên thành phần nhiên liệu do mô-đun CO cung cấp. Thời điểm đánh lửa được gửi đến mô-đun đánh lửa để phát xung đánh lửa. Thời gian thực hiện chu trình t_{ct} hiện tại được so sánh với thời gian cực tiểu và thời gian cực đại tương ứng với tốc độ cực đại n_{max} và tốc độ cực tiểu n_{min} tại mô-đun điều tốc. Mô-đun điều tốc xử lý gần như tức thời thông tin và gửi kết quả đến mô-đun phun để phát tín hiệu điều khiển vòi phun nhằm giữ cho tốc độ động cơ ổn định trong khoảng từ n_{min} đến n_{max} . Thời gian phun cực tiểu t_{pmin} và thời gian phun cực đại t_{pmax} được xác định theo mức CO cho bởi cảm biến CO.

Trên hình 11, khi hệ thống hoạt động ở chế độ điều khiển bằng tay thì mô-đun điều tốc được thay thế bằng biến trở. Thời gian phun dài hay ngắn phụ thuộc vào vị trí của biến trở để giữ cho động cơ làm việc ổn định ở một chế độ tải cho trước.

Những lợi ích có thể đạt được do áp dụng sáng chế

Năng lượng mặt trời và năng lượng sinh khối là các nguồn năng lượng tái tạo dồi dào ở các nước vùng nhiệt đới, sản xuất nông nghiệp. Việc sử dụng phối hợp hai nguồn năng lượng này trong hệ thống năng lượng tái tạo lai sẽ giúp khắc phục được các bất cập khi sử dụng một nguồn năng lượng tái tạo duy nhất về tính không liên tục và sự thay đổi ngẫu nhiên của công suất.

Trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối thì động cơ đốt trong chạy bằng khí tổng hợp kéo máy phát điện có vai trò quan trọng trong cung cấp công suất điện bổ sung khi điện mặt trời dao động hay gián đoạn. Động cơ làm việc trong điều kiện thay đổi thường xuyên về chế độ tải cũng như thành phần nhiên liệu. Động cơ

tĩnh tại đánh lửa cưỡng bức truyền thống không phù hợp với điều kiện vận hành này.

Việc thiết kế, chế tạo động cơ chuyên dụng cho hệ thống năng lượng tái tạo lai khó đáp ứng được tính đa dạng về công suất của hệ thống và sự thay đổi về tính chất của nhiên liệu trong phạm vi rộng. Vì vậy việc chuyển đổi động cơ truyền thống có sẵn thành động cơ thích nghi với hệ thống năng lượng tái tạo lai sẽ mang lại lợi ích thiết thực.

Hộp điều khiển động cơ do sáng chế này đề xuất có tính linh hoạt và mức độ vận năng cao, giúp cải tạo dễ dàng động cơ xăng tĩnh tại thành động cơ chạy bằng khí tổng hợp kéo máy phát điện trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối.

Hộp điều khiển động cơ làm việc theo nguyên lý thực-ảo, cho phép đơn giản hóa tối đa hệ thống cảm biến được sử dụng trên các động cơ phun nhiên liệu điều khiển điện tử hiện nay. Hộp điều khiển được lắp ráp từ vi điều khiển và các mô-đun điện tử phổ biến trên thị trường nên giá thành thấp, việc chế tạo đơn giản, có thể sản xuất khối lượng lớn dễ dàng.

Phần cứng của hộp điều khiển được cố định. Phần mềm được điều chỉnh một số thông số cài đặt ban đầu khi hay đổi nhiên liệu hay công suất động cơ. Nhờ vậy không cần phải thiết kế, chế tạo lại bộ điều khiển, cũng không cần xây dựng lại giản đồ động cơ gây khó khăn, tốn kém như các bộ phụ kiện kiểu cơ khí, kiểu điện tử truyền thống. Giá thành của hộp điều khiển hầu như không thay đổi theo kích cỡ động cơ.

Hộp điều khiển động cơ theo đề xuất trong sáng chế này góp phần phát triển ứng dụng năng lượng tái tạo, tiết kiệm nhiên liệu hóa thạch và giảm phát thải chất khí gây hiệu ứng nhà kính. Đồng thời, giải pháp cũng gián tiếp góp phần xử lý chất thải rắn, cải thiện chất lượng môi trường và đời sống người dân vùng nông thôn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hộp điều khiển động cơ tĩnh tại chạy bằng khí tổng hợp trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối gồm:

một bộ vi điều khiển thông dụng được cài đặt chương trình điều khiển gồm mô-đun điểm chết trên, mô-đun CO, mô-đun đánh lửa, mô-đun điều tốc, mô-đun phun, mô-đun hiển thị và mô-đun cảnh báo;

hai rơ-le điện tử cách ly quang với chân kích hoạt của mỗi rơ-le được đấu vào một chân của vi điều khiển để điều khiển vòi phun và điều khiển hệ thống đánh lửa;

một cảm biến từ thay vào vị trí rô-bine đánh lửa điện máy của động cơ, trục cảm biến hướng vào tâm bánh đà động cơ, mặt cảm biến hướng về phía vành bánh đà có gắn thỏi nam châm vĩnh cửu, chân tín hiệu đầu ra của cảm biến được đấu vào một chân của vi điều khiển;

một mô-đun cảm biến CO đặt trong khoang lấy mẫu khí tổng hợp, tín hiệu đầu ra a-na-lôc được đấu vào một chân a-na-lôc của vi điều khiển;

một vòi phun điện tử có lỗ vòi phun thay đổi theo công suất động cơ, hoạt động theo chương trình cài đặt trong bộ vi điều khiển;

một mô-đun đánh lửa điện ắc-qui của xe gắn máy hay một cụm đánh lửa tích hợp của ô tô thay thế các bộ phận của hệ thống đánh lửa điện máy cũ của động cơ;

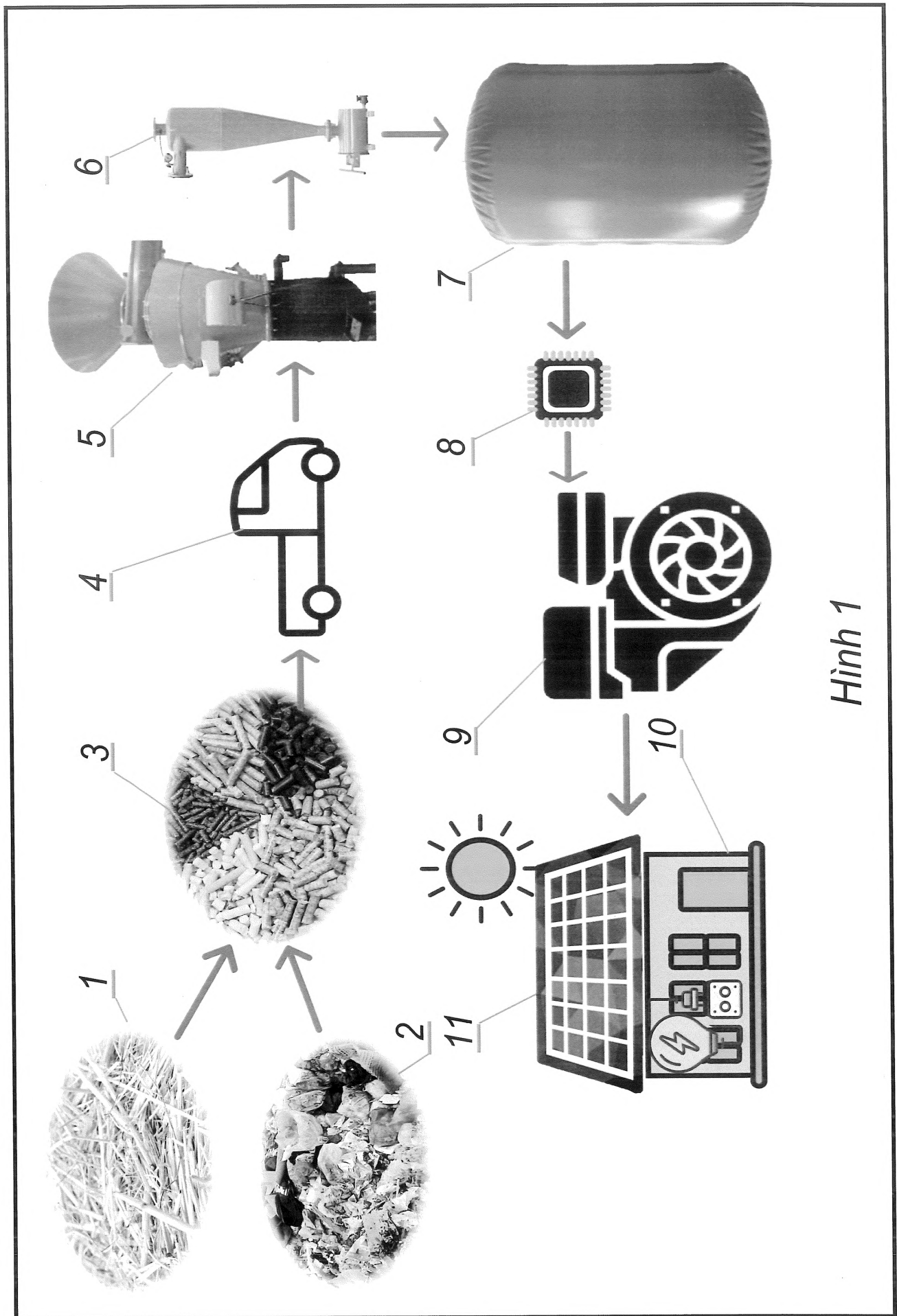
một công tắc để chuyển chế độ điều khiển vòi phun tự động theo chương trình sang điều khiển bằng tay thông qua biến trở hay ngược lại;

một màn hình LCD để hiển thị thông tin và 4 đèn lét cảnh báo;

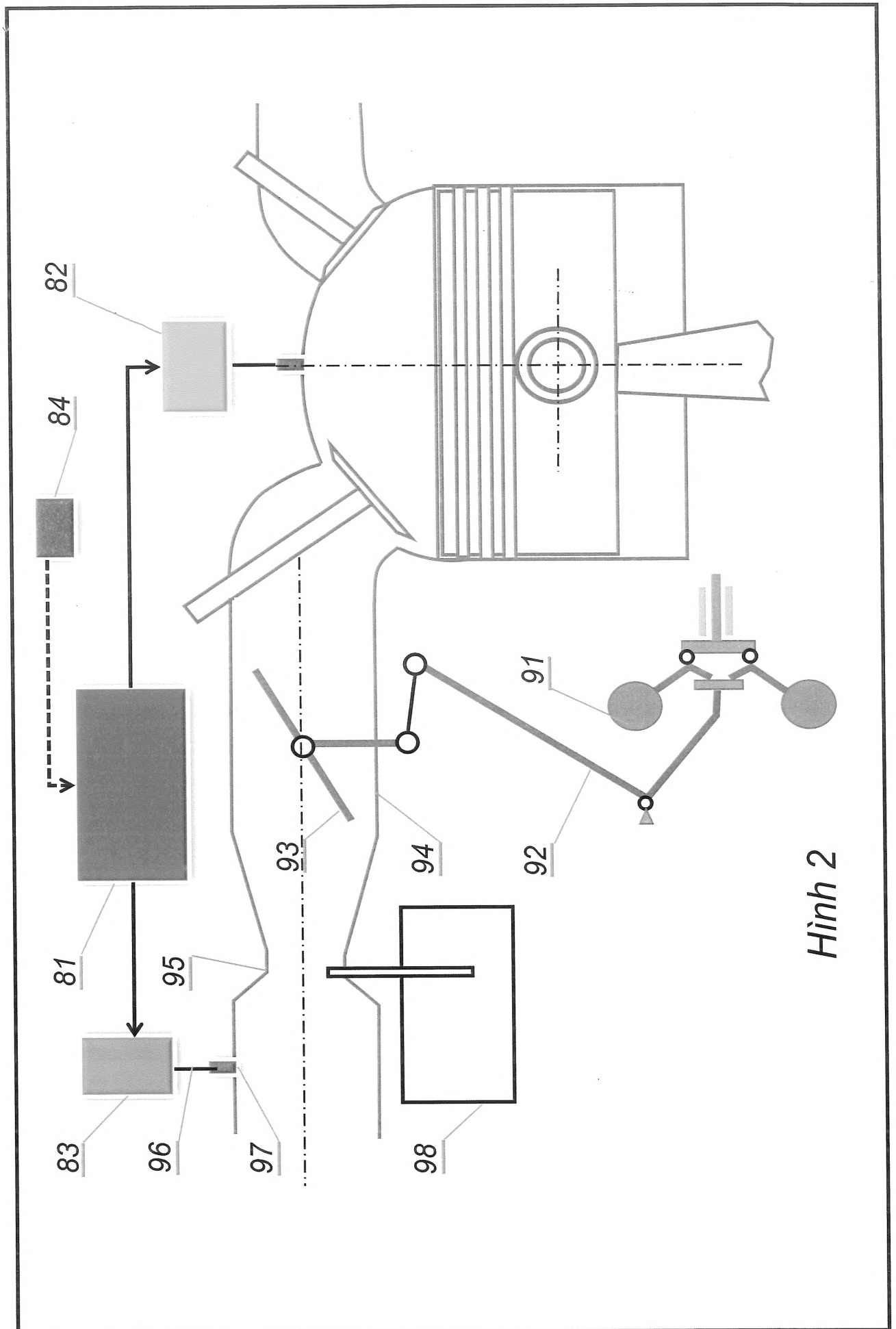
một hộp chống nhiễu điện từ để đặt bộ vi điều khiển; và

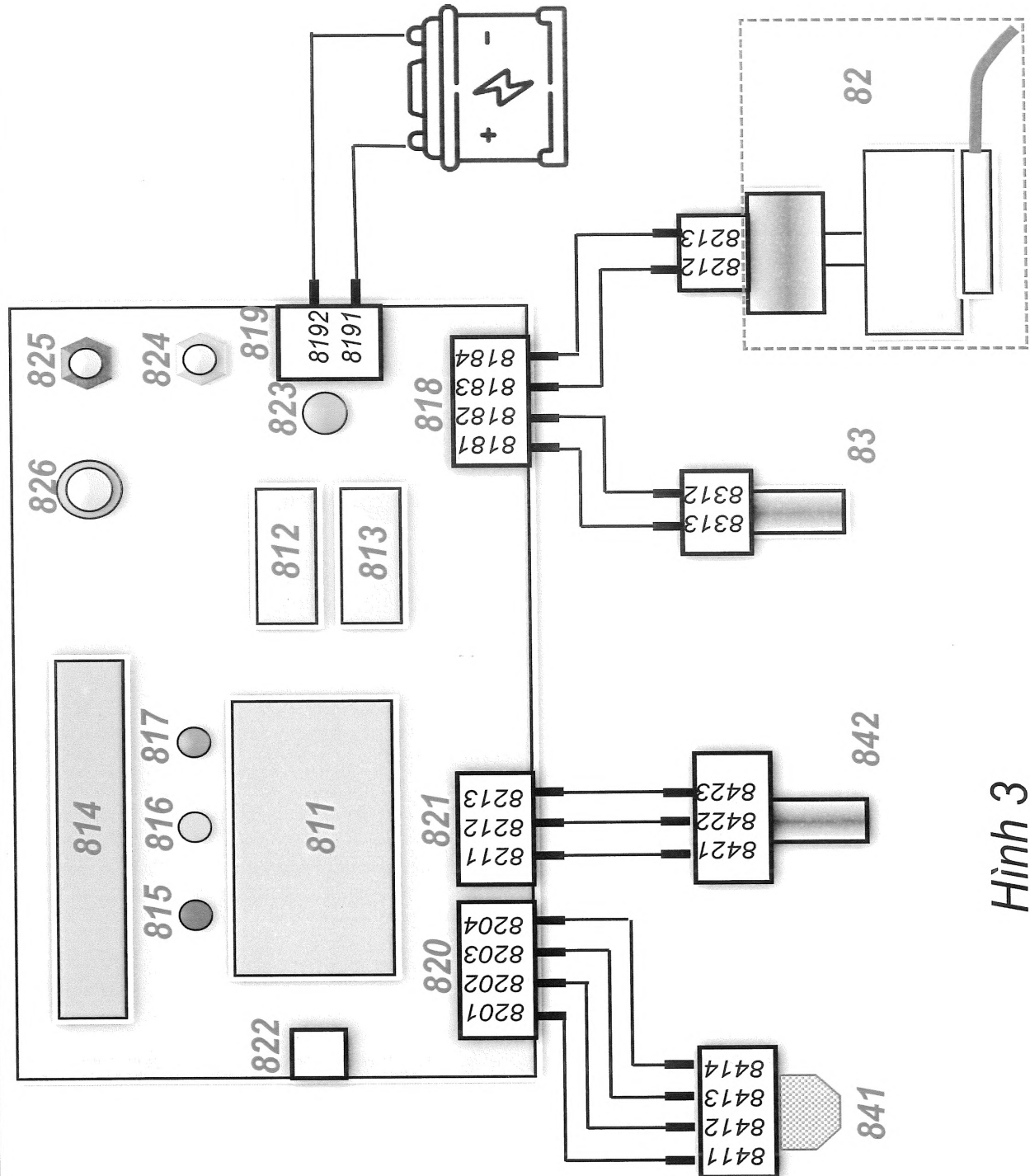
một bình ắc-qui 12 vôn để cấp điện cho hệ thống;

nhờ đó hộp điều khiển có thể thực hiện đồng thời 3 chức năng là điều tốc, điều khiển phun nhiên liệu và điều chỉnh góc đánh lửa sớm, phù hợp với sự thay đổi thường xuyên về chế độ tải và thành phần nhiên liệu của động cơ có kích cỡ công suất khác nhau, làm việc trong hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-năng lượng sinh khối.

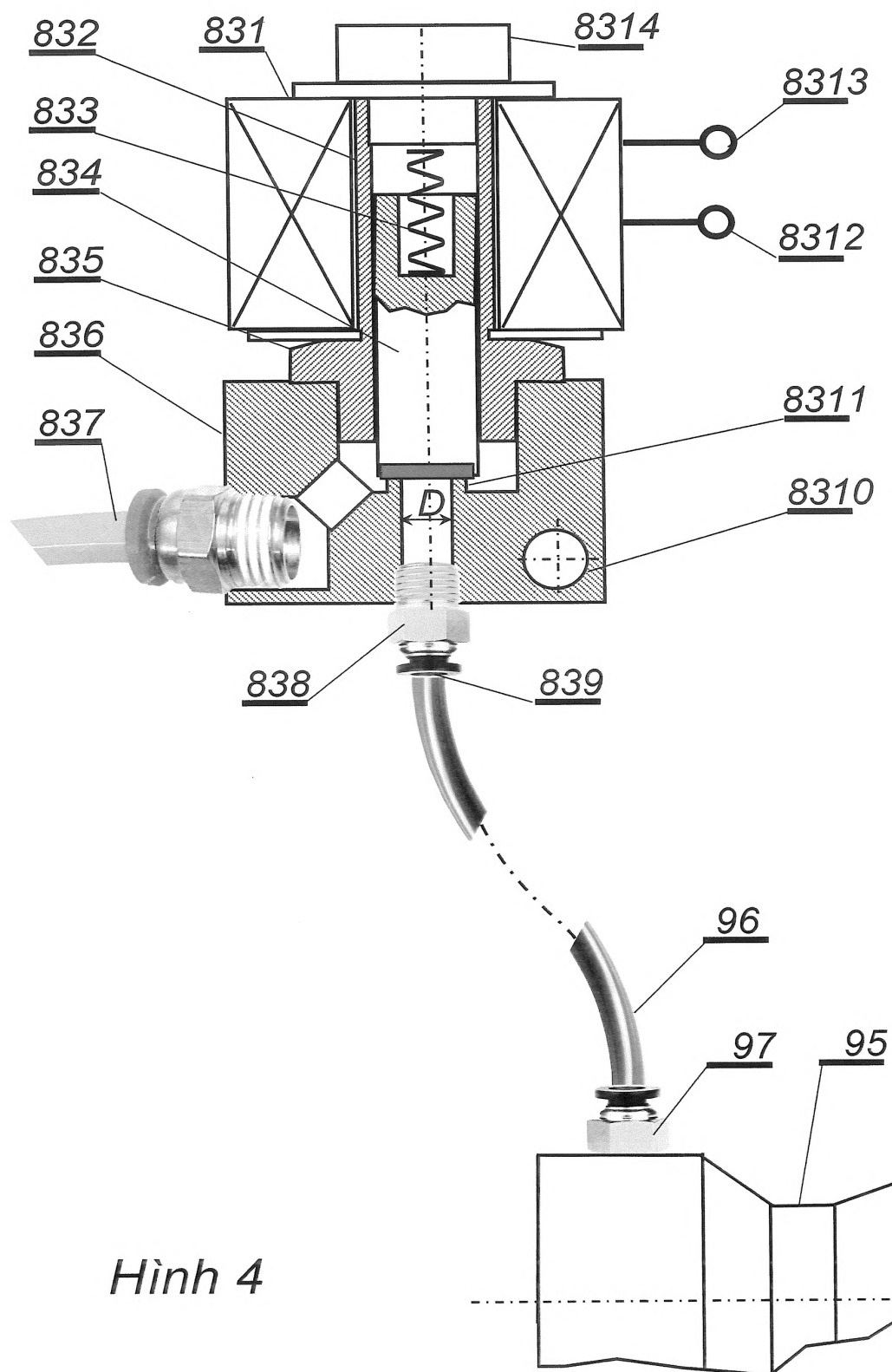


Hình 1

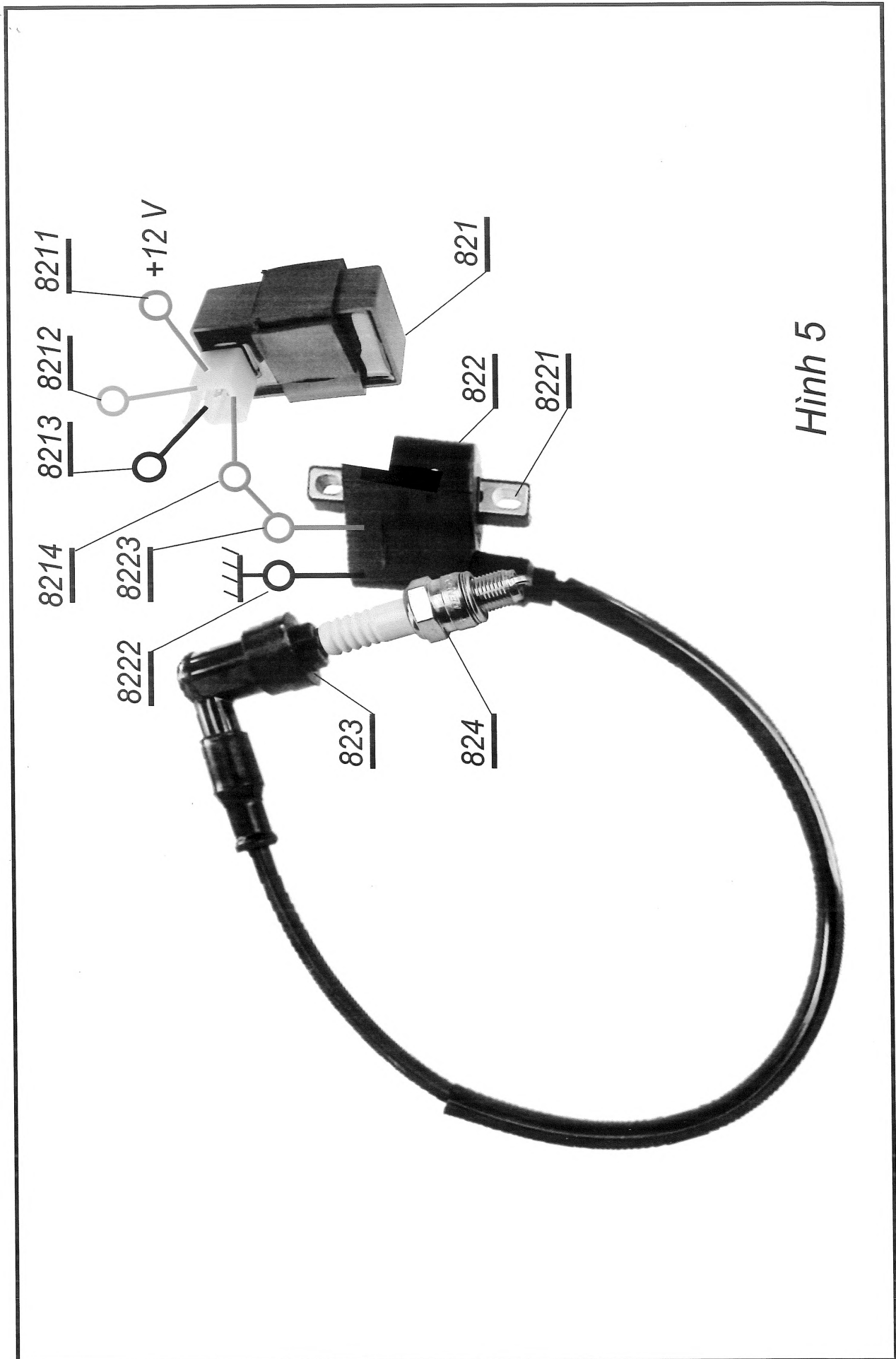




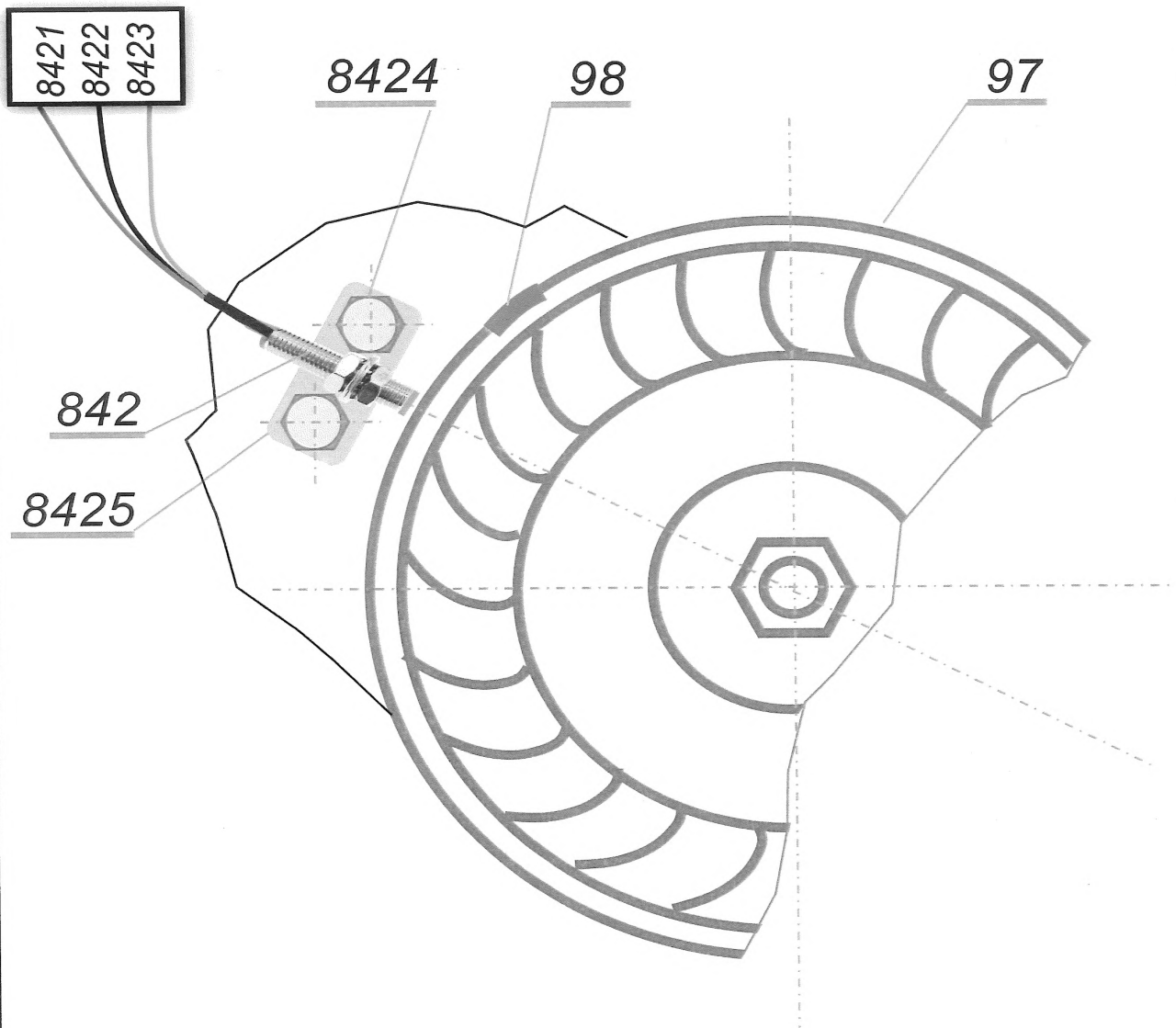
Hình 3

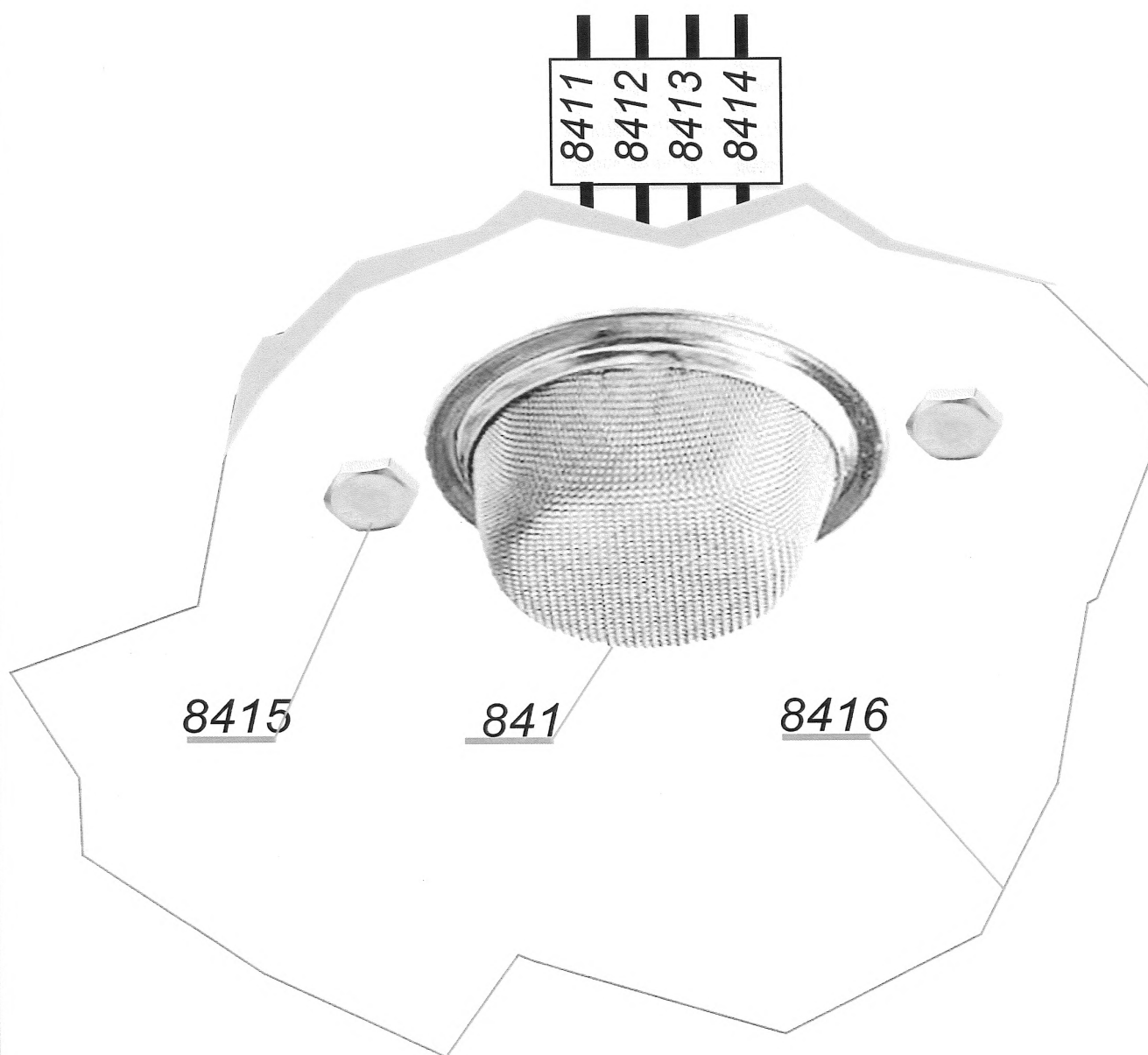


Hình 4

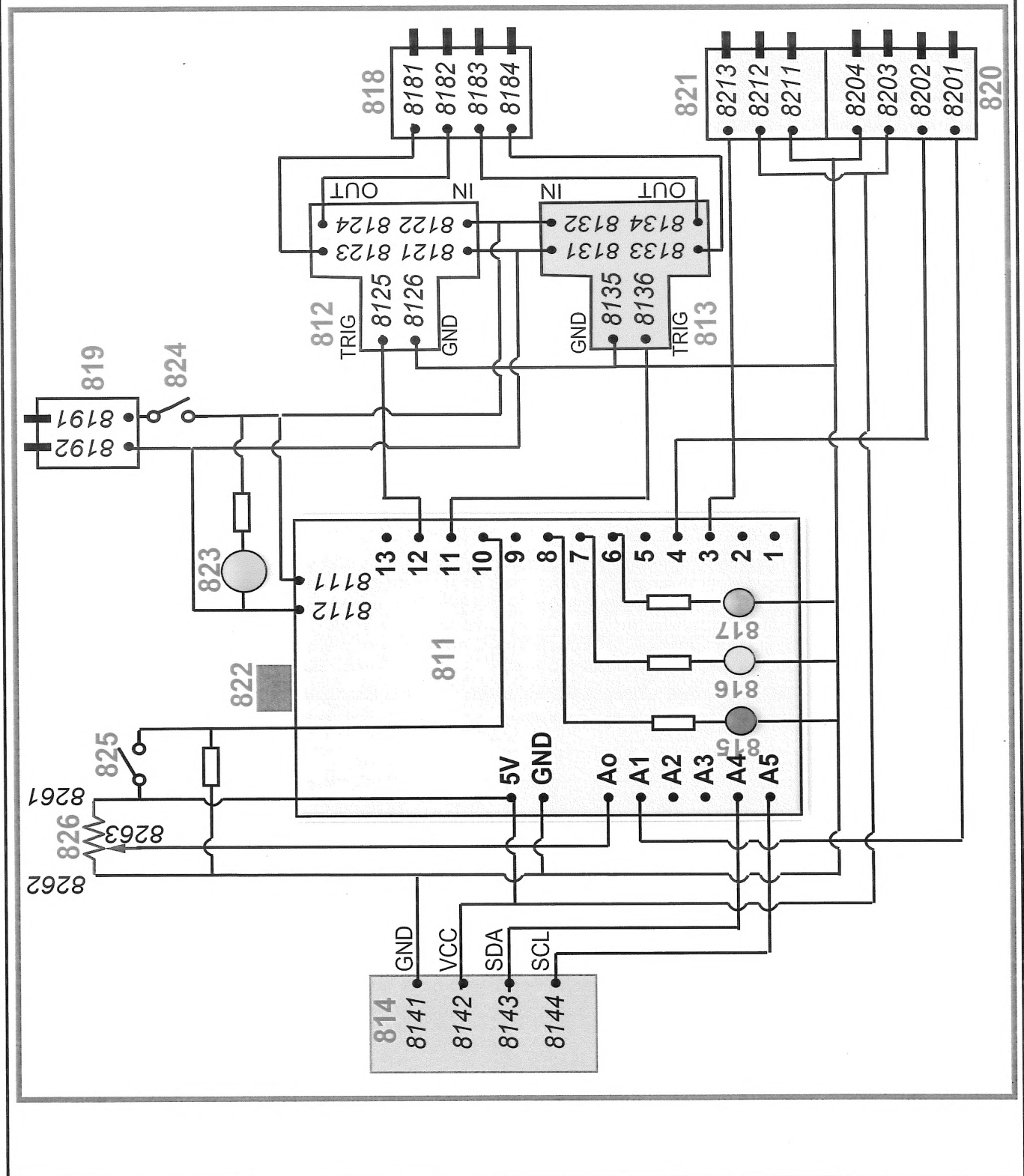


Hình 5

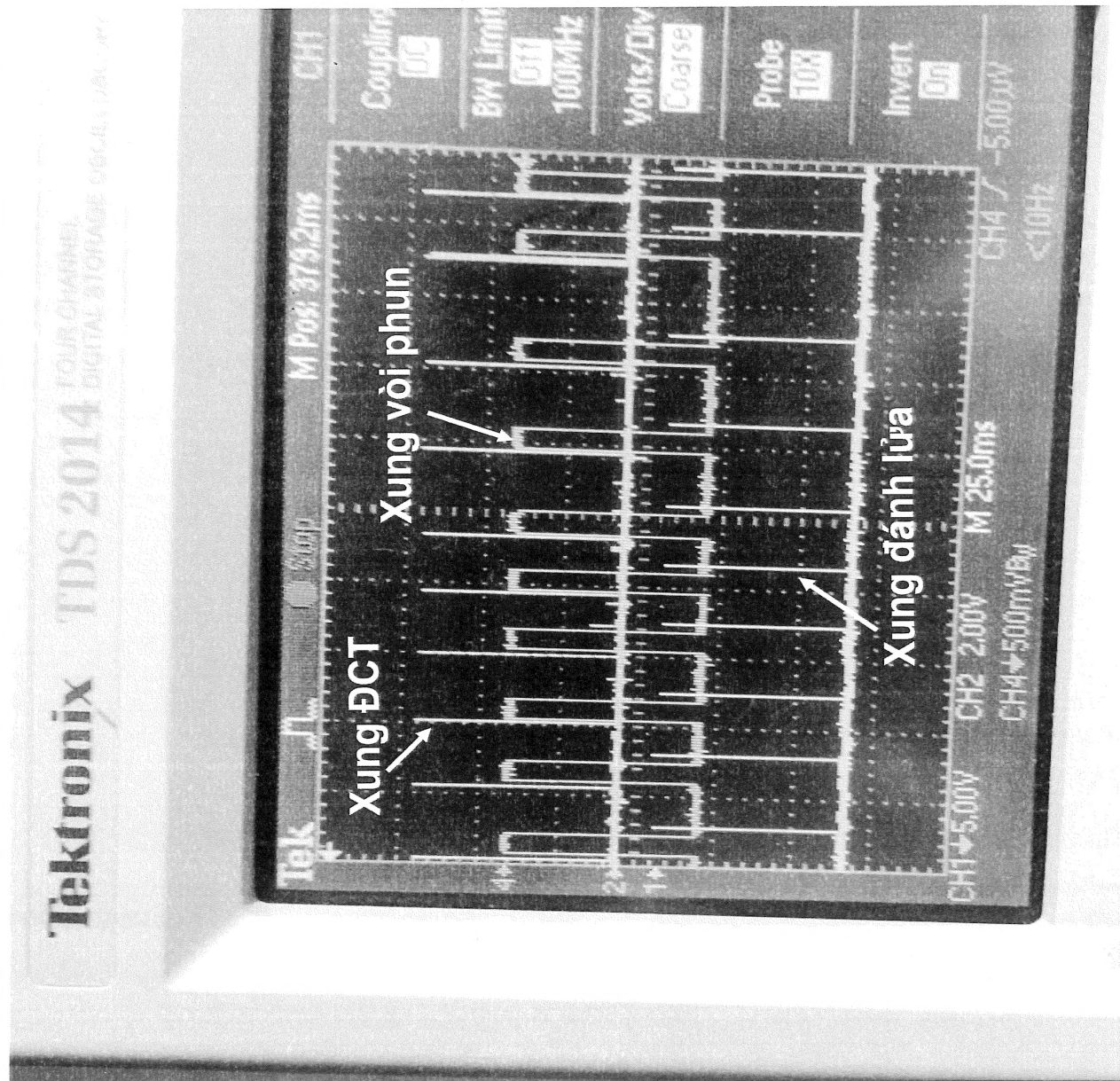
*Hình 6*

*Hình 7*

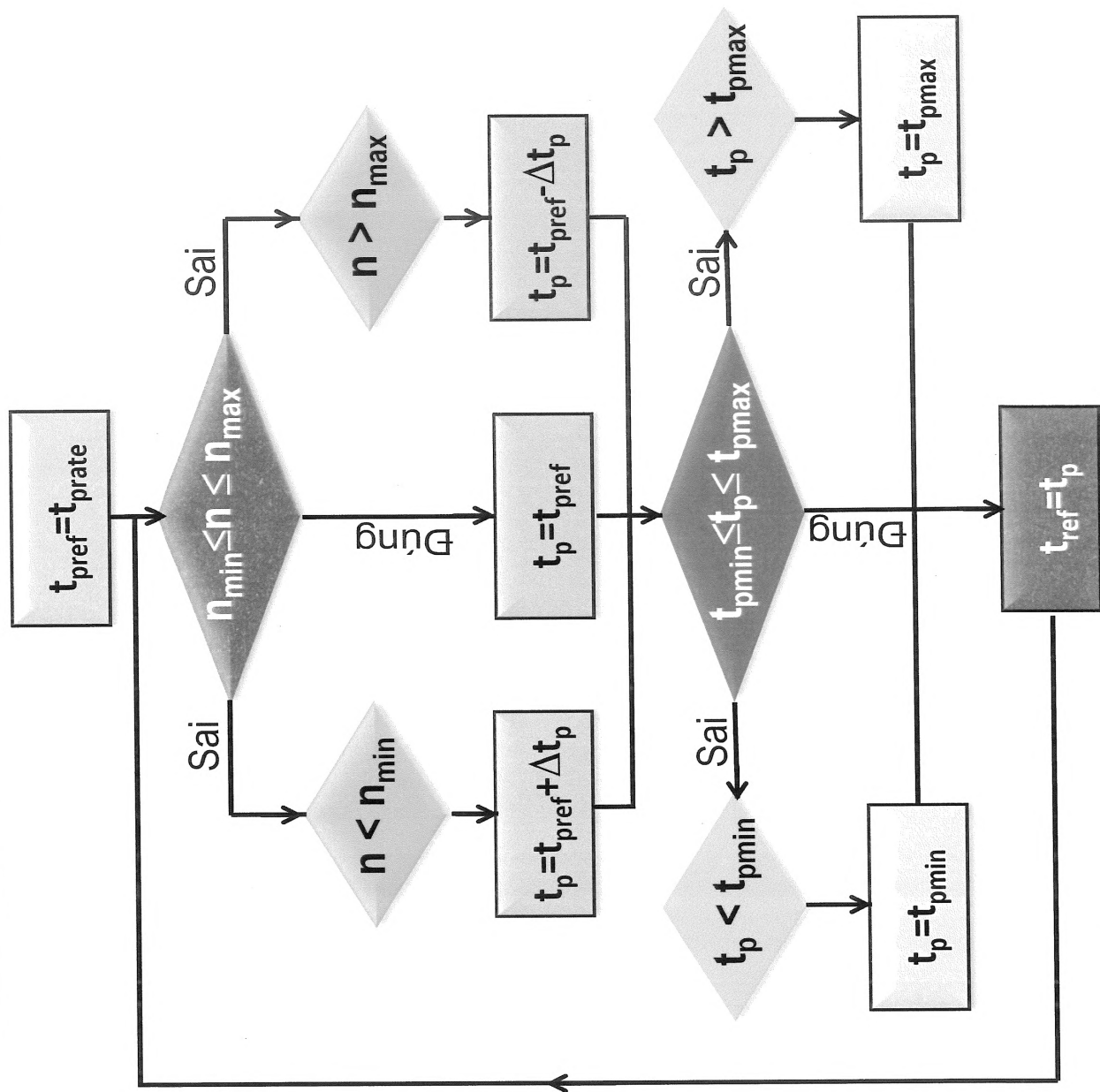
Hình 8

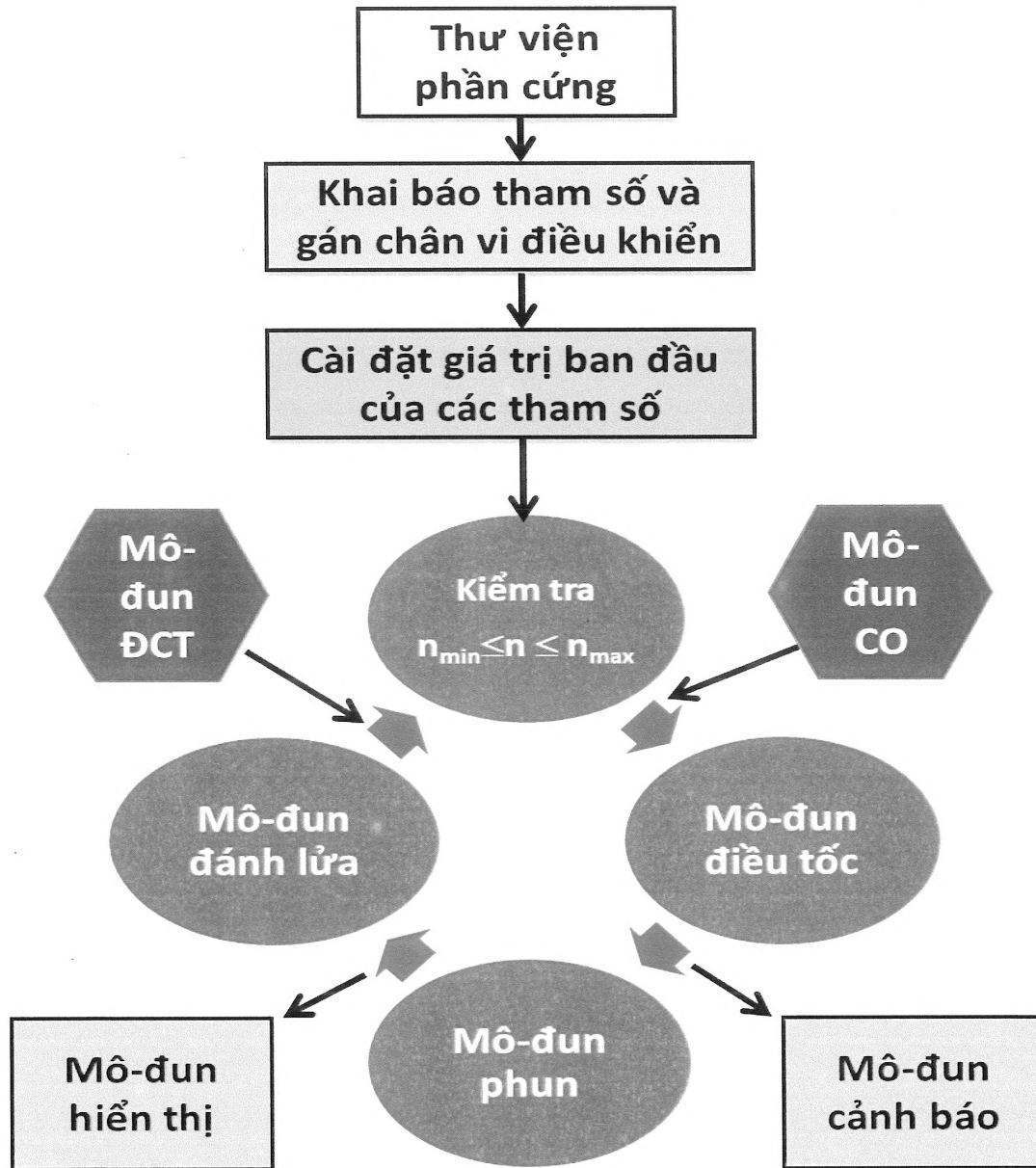


Hình 9



Hình 10



*Hình 11*

Ảnh 1: Các
bộ phận thực
tế của hộp
điều khiển
động cơ



Ảnh 2: Góc
trước hộp
điều khiển
động cơ



Ảnh 3: Góc
sau hộp điều
khiển động cơ



Ảnh 4: Kết nối
các mô-đun vào vi
điều khiển bên
trong hộp điều
 khiển động cơ

