

**BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH**

**Nguyễn Bá Thiện, Nguyễn Văn Hậu**



**GIÁO TRÌNH  
HỆ THỐNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ  
(LƯU HÀNH NỘI BỘ)**

**Quảng Ninh- 2018**

## LỜI NÓI ĐẦU

Để đáp ứng kịp thời yêu cầu của nhiệm vụ đào tạo, Trường ĐHCN Quảng Ninh tổ chức biên soạn cuốn giáo trình Hệ thống điện động cơ. Sách được dùng làm tài liệu giảng dạy và học tập cho sinh viên chuyên ngành Công nghệ Kỹ thuật Ô tô trong nhà trường và làm tài liệu tham khảo cho những người làm công tác kỹ thuật trong ngành ô tô.

Giáo trình được nhóm cán bộ giảng dạy thuộc bộ môn Cơ khí Ô tô Trường ĐHCN Quảng Ninh biên soạn,

Trong quá trình biên soạn chúng tôi đã rất cố gắng để cuốn sách đảm bảo được tính khoa học, hiện đại và gắn liền với thực tế về sự phát triển của ngành công nghiệp sản xuất ô tô. Nhưng do khả năng có hạn và những hạn chế về thời gian và những điều kiện khách quan khác, cuốn giáo trình chắc chắn sẽ không tránh khỏi những khiếm khuyết.

Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đọc và đồng nghiệp để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn.

*Nhóm tác giả*

# MỤC LỤC

<b>Chương 1. Khái quát về hệ thống điện và điện tử trên xe ô tô</b>	6
1.1. Tổng quát về mạng điện trên xe ô tô và phân bố các hệ thống	6
1.2. Yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống điện trên xe ô tô	7
1.3. Các linh kiện điện, điện tử dùng trên hệ thống điện ô tô	7
1.4. Các loại phụ tải điện trên xe ô tô	7
1.5. Các thiết bị bảo vệ và điều khiển trung gian	8
1.6. Ký hiệu và qui ước trong sơ đồ điện	11
1.7. Dây điện và bố trí dây điện trong hệ thống điện ô tô	14
<b>Chương 2: Hệ thống cung cấp điện</b>	21
2.1. Ac quy khởi động	21
2.2. Máy phát điện	60
<b>Chương 3: Hệ thống khởi động</b>	83
3.1. Nhiệm vụ, phân loại, yêu cầu	83
3.2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động	86
<b>Chương 4. Hệ thống đánh lửa</b>	97
4.1. Công dụng, yêu cầu và phân loại	97
4.2. Lý thuyết đánh lửa	98
4.3. Các linh kiện dùng trong hệ thống	109
4.4. Hệ thống đánh lửa cơ bản	117
4.5. Hệ thống đánh lửa bán dẫn	122
<b>Chương 5: Hệ thống điều khiển lập trình cho động cơ ô tô</b>	172
5.1. Khái quát về hệ thống điều khiển lập trình cho động cơ ô tô	172
5.2. Cấu trúc hệ thống điều khiển lập trình và thuật toán điều khiển	174
5.3. Các loại cảm biến và tín hiệu ngõ vào	176
5.4. Bộ điều khiển điện tử ECU	217
5.5. Điều khiển đánh lửa	229
<b>Chương 6. Hệ thống điều khiển động cơ diesel bằng điện tử CDI</b>	281

---

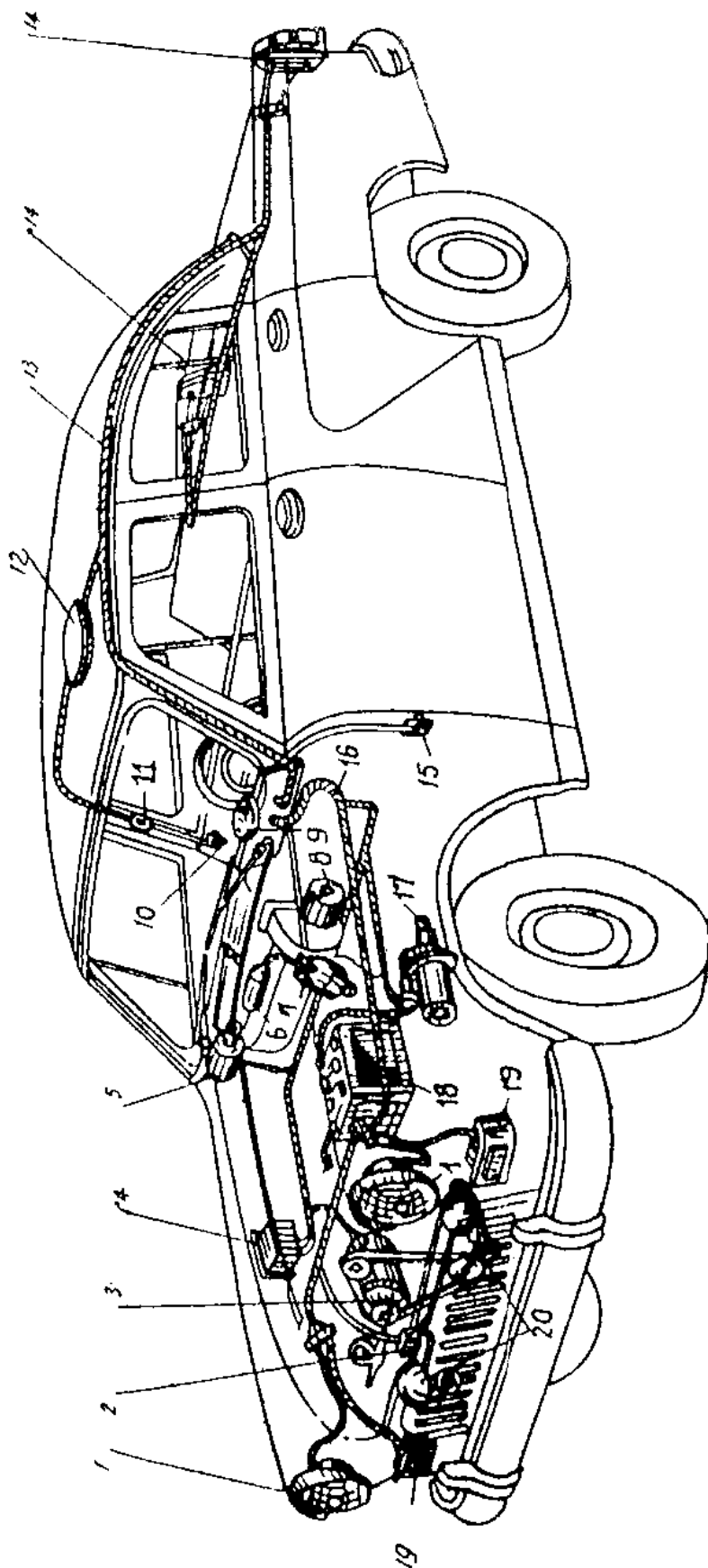
## Chương 1. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ Ô TÔ

Ô tô hiện nay được trang bị nhiều chủng loại thiết bị điện và điện tử khác nhau. Từng nhóm các thiết bị điện có cấu tạo và tính năng riêng, phục vụ một số mục đích nhất định, tạo thành những hệ thống điện riêng biệt trong mạch điện của ô tô.

### 1.1 Tổng quát về mạng điện và các hệ thống điện trên ô tô

---

1. **Hệ thống khởi động (starting system):** Bao gồm accu, máy khởi động điện (starting motor), các relay điều khiển và relay bảo vệ khởi động. Đối với động cơ diesel có trang bị thêm hệ thống xông máy (glow system).
2. **Hệ thống cung cấp điện (charging system):** gồm accu, máy phát điện (alternators), bộ tiết chế điện (voltage regulator), các relay và đèn báo nạp.
3. **Hệ thống đánh lửa (Ignition system):** Bao gồm các bộ phận chính: accu, khóa điện (ignition switch), bộ chia điện (distributor), biến áp đánh lửa hay bobine (ignition coils), hộp điều khiển đánh lửa (igniter), bugie (spark plugs).
4. **Hệ thống chiếu sáng và tín hiệu (lighting and signal system):** gồm các đèn chiếu sáng, các đèn tín hiệu, còi, các công tắc và các relay.
5. **Hệ thống đo đạc và kiểm tra (gauging system):** chủ yếu là các đồng hồ báo trên tableau và các đèn báo gồm có: đồng hồ tốc độ động cơ (tachometer), đồng hồ đo tốc độ xe (speedometer), đồng hồ đo nhiên liệu và nhiệt độ nước.
6. **Hệ thống điều khiển động cơ (engine control system):** gồm hệ thống điều khiển xăng, lửa, góc phối cam, ga tự động (cruise control). Ngoài ra, trên các động cơ diesel ngày nay thường sử dụng hệ thống điều khiển nhiên liệu bằng điện tử (EDC – electronic diesel control hoặc common rail injection)
7. **Hệ thống điều khiển ô tô:** bao gồm hệ thống điều khiển phanh chống hãm ABS (antilock brake system), hộp số tự động, tay lái, gói hơi (SRS), lực kéo (traction control).
8. **Hệ thống điều hòa nhiệt độ (air conditioning system):** bao gồm máy nén (compressor), giàn nóng (condenser), lọc ga (dryer), van tiết lưu (expansion valve), giàn lạnh (evaporator) và các chi tiết điều khiển như relay, thermostat, hộp điều khiển, công tắc A/C...



1. Đèn pha; 2. Relay còi; 3. Máy phát điện; 4. Bộ điều chỉnh điện; 5. Motor lau cửa kính; 6. Biến áp đánh lửa;  
 7. Bộ chia điện; 8. Motor quạt; 9. Đồng hồ; 10 và 15. Công tắc đèn trần tự động; 11. Công tắc đèn trần;  
 12. Đèn trần; 13 và 16. Bó dây chính; 14. Đèn dây chính; 17. Máy khởi động điện; 18. Ac quy; 19. Đèn mờ mi; 20. Còi.

Hình 1.1: Sơ đồ bố trí các thiết bị điện trên ô tô (M21 – Vonga)

Nếu hệ thống này được điều khiển bằng máy tính sẽ có tên gọi là *hệ thống tự động điều hòa khí hậu* (automatic climate control).

#### 9. **Các hệ thống phụ:**

Hệ thống gạt nước, xịt nước (wiper and washer system).

Hệ thống điều khiển cửa (door lock control system).

Hệ thống điều khiển kính (power window system).

Hệ thống điều khiển kính chiếu hậu (mirror control).

Hệ thống định vị (navigation system)

## **1.2 Các yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống điện**

---

### 1. **Nhiệt độ làm việc**

Tùy theo vùng khí hậu, thiết bị điện trên ô tô được chia ra làm nhiều loại:

- Ở vùng lạnh và cực lạnh ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) như ở Nga, Canada.
- Ở vùng ôn đới ( $20^{\circ}\text{C}$ ) như ở Nhật Bản, Mỹ, châu Âu ...
- Nhiệt đới (Việt Nam, các nước Đông Nam Á, châu Phi...).
- Loại đặc biệt thường dùng cho các xe quân sự (sử dụng cho tất cả mọi vùng khí hậu).

### 2. **Sự rung xóc**

Các bộ phận điện trên ô tô phải chịu sự rung xóc với tần số từ 50 đến 250 Hz, chịu được lực với gia tốc  $150\text{m/s}^2$ .

### 3. **Điện áp**

Các thiết bị điện ô tô phải chịu được *xung điện áp* cao với biên độ lên đến vài trăm volt.

### 4. **Độ ẩm**

Các thiết bị điện phải chịu được độ ẩm cao thường có ở các nước nhiệt đới.

### 5. **Độ bền**

Tất cả các hệ thống điện trên ô tô phải được hoạt động tốt trong khoảng  $0,9 \div 1,25 U_{\text{định mức}}$  ( $U_{\text{đm}} = 14 \text{ V}$  hoặc  $28 \text{ V}$ ) ít nhất trong thời gian bảo hành của xe.

### 6. **Nhiều điện từ**

Các thiết bị điện và điện tử phải chịu được nhiều điện từ xuất phát từ hệ thống đánh lửa hoặc các nguồn khác.

## **1.3 Các Linh kiện và Nguồn điện trên ô tô**

---

Nguồn điện trên ô tô là nguồn điện một chiều được cung cấp bởi accu, nếu động cơ chưa làm việc, hoặc bởi máy phát điện nếu động cơ đã làm việc. Để tiết kiệm dây dẫn, thuận tiện khi lắp đặt sửa chữa..., trên đa số các xe, người ta sử dụng thân sườn xe (car body) làm dây dẫn chung (single wire system). Vì vậy, đầu âm của nguồn điện được nối trực tiếp ra thân xe.

## **1.4 Các loại phụ tải điện trên xe ô tô**

---

Các loại phụ tải điện trên ô tô được mắc song song và có thể được chia làm 3 loại:

1. **Phụ tải làm việc liên tục:** gồm bơm nhiên liệu (50 ÷ 70W), hệ thống đánh lửa (20W), kim phun (70 ÷ 100W) ...
2. **Phụ tải làm việc không liên tục:** gồm các đèn pha (mỗi cái 60W), cốt (mỗi cái 55W), đèn kích thước (mỗi cái 10W), radio car (10 ÷ 15W), các đèn báo trên tableau (mỗi cái 2W)...
3. **Phụ tải làm việc trong khoảng thời gian ngắn:** gồm đèn báo rẽ (4 x 21W + 2 x 2W), đèn thắng (2 x 21W), motor điều khiển kính (150W), quạt làm mát động cơ (200W), quạt điều hòa nhiệt độ (2 x 80W), motor gạt nước (30 ÷ 65W), còi (25 ÷ 40W), đèn sương mù (mỗi cái 35 ÷ 50W), còi lui (21W), máy khởi động (800 ÷ 3000W), môi thuốc (100W), anten (dùng motor kéo (60W)), hệ thống xông máy (động cơ diesel) (100 ÷ 150W), ly hợp điện từ của máy nén trong hệ thống lạnh (60W)...

Ngoài ra, người ta cũng phân biệt phụ tải điện trên ô tô theo công suất, điện áp làm việc ...

### 1.5 Các thiết bị bảo vệ và điều khiển trung gian

Các phụ tải điện trên xe hầu hết đều được mắc qua cầu chì. Tùy theo tải cầu chì có giá trị thay đổi từ 5 ÷ 30A. Dây chảy (Fusible link) là những cầu chì lớn hơn 40 A được mắc ở các mạch chính của phụ tải điện lớn hoặc chung cho các cầu chì cùng nhóm làm việc thường có giá trị vào khoảng 40 ÷ 120A. Ngoài ra, để bảo vệ mạch điện trong trường hợp chập mạch, trên một số hệ thống điện ô tô người ta sử dụng bộ ngắt mạch (CB – circuit breaker) khi quá dòng.

Trên hình 1.2 trình bày sơ đồ hộp cầu chì của xe Honda Accord 1989.

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1. Đèn máy phát.   | 10. Hệ thống đánh lửa.            |
| 2. Cassette, Anten.  | 11. Hệ thống khởi động.           |
| 3. Quạt giàn lạnh (Hoặc nóng).                             | 12. Hệ thống phun xăng.           |
| 4. Relay điều khiển xông kính, điều hoà nhiệt độ.          | 13. Công tắc ly hợp.              |
| 5. Điều khiển kính chiếu hậu, quạt làm mát động cơ.        | 14. Hệ thống phun xăng.           |
| 6. Tableau.  | 15. Đèn chiếu sáng trong salon.   |
| 7. Hệ thống gạt, xịt nước kính, điều khiển kính cửa sổ.    | 16. Hộp điều khiển quay đèn đầu.  |
| 8. Tiết chế điện thế, cảm biến tốc độ, hệ thống phun xăng. | 17. Đèn cốt trái.                 |
| 9. Hệ thống ga tự động.                                    | 18. Đèn cốt phải.                 |
| 22. Quạt làm mát động cơ và giàn nóng.                     | 19. Đèn pha trái.                 |
| 23. Xông kính sau.   | 20. Đèn pha phải.                 |
| 24. Hệ thống phun xăng.                                    | 21. Máy phát.                     |
| 25. Motor quay kính sau (phải).                            | 32. Hệ thống khoá cửa.            |
| 26. Motor quay kính sau (trái).                            | 33. Đồng hồ, cassette, ECU.       |
| 27. Motor quay đèn đầu (phải).                             | 34. Môi thuốc, đèn soi sáng.      |
| 28. Motor quay đèn đầu (trái).                             | 35. Hệ thống quay đèn đầu.        |
| 29. Quạt giàn nóng.  | 36. Hệ thống báo rẽ và báo nguy.  |
|  | 37. Còi đèn thắng, dây an toàn.   |
|  | 38. Motor quay kính trước (phải). |
|  | 39. Motor quay kính trước (trái). |

### 30. Hộp điều khiển quạt.

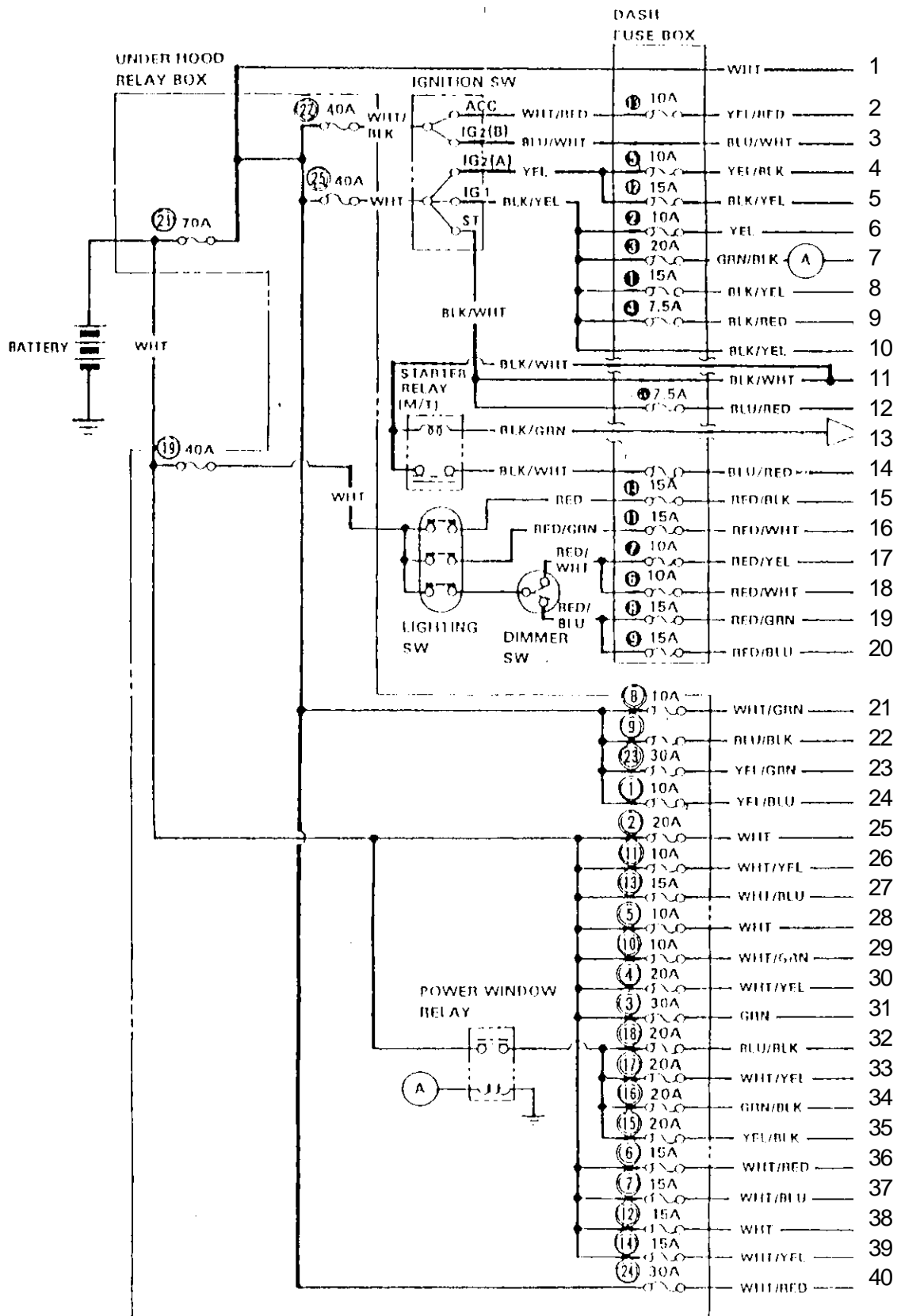
### 40. Quạt dàn lạnh

#### 31. Hệ thống sưởi.

Để các phụ tải điện làm việc, mạch điện nối với phụ tải phải kín. Thông thường phải có các công tắc đóng mở trên mạch. Công tắc trong mạch điện xe hơi có nhiều dạng: thường đóng (normally closed), thường mở (normally open) hoặc phối hợp (changeover switch) có thể tác động để thay đổi trạng thái đóng mở (ON – OFF) bằng cách nhấn, xoay, mở bằng chìa khóa. Trạng thái của công tắc cũng có thể thay đổi bằng các yếu tố như: áp suất, nhiệt độ...

Trong các ô tô hiện đại, để tăng độ bền và giảm kích thước của công tắc, người ta thường đấu dây qua relay. Relay có thể được phân loại theo dạng tiếp điểm: thường đóng (NC – normally closed), thường mở (NO – normally opened), hoặc kết hợp cả hai loại - relay kép (changeover relay).



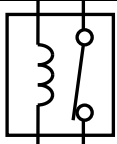

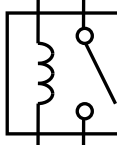
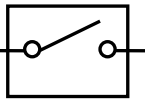
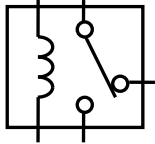
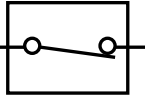

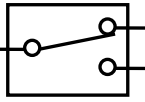

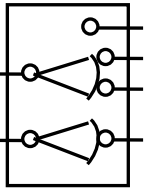


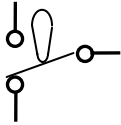
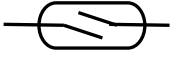

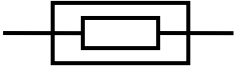
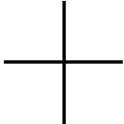



Hình 1.2: Sơ đồ hộp cầu chì xe HONDA ACCORD 1989

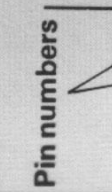

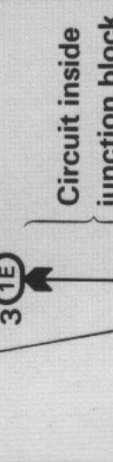
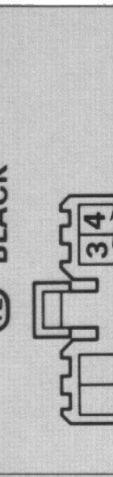
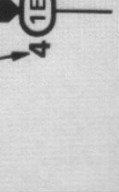

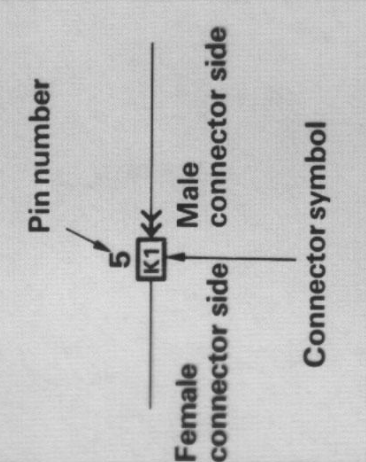
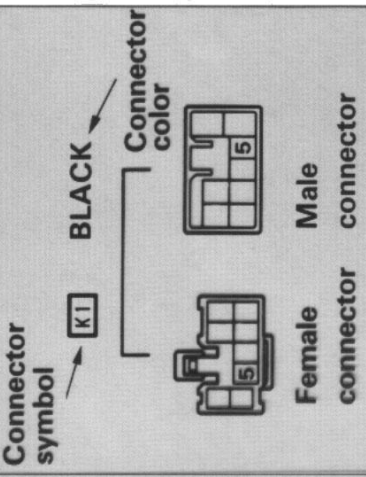
## 1.6 Ký hiệu và quy ước trong sơ đồ mạch điện

### CÁC KÝ HIỆU TRONG MẠCH ĐIỆN Ô TÔ

	Nguồn accu		Bóng đèn
	Tụ điện		Bóng đèn 2 tim
	Môi thuốc		Còi
	Cái ngắt mạch (CB)		Bobine
	Diode		
	Diode zener		Bóng đèn
	Cảm biến điện từ trong bộ chia điện		LED
	Cầu chì		Đồng hồ loại kim
	Dây chày (cầu chì chính)		Đồng hồ hiện số
	Nối mass (thân xe)		Động cơ điện

	Relay thường đóng (NC – normally closed)		Loa
	Relay thường hở (NO – normally open)		Công tắc thường mở (NO – normally open)
	Relay kép (Changeover relay)		Công tắc thường đóng (NC – normally closed)
	Điện trở		Công tắc kép (changeover)
	Điện trở nhiều nấc		Công tắc máy
	Biến trở		
	Nhiệt điện trở		Công tắc tác động bằng cam
	Công tắc lưới ga (cảm biến tốc độ)		Transistor
	Đoạn dây nối		Không nối
	Solenoid		

# CONNECTOR SYMBOLS

<p>1A, 1B, .....</p>	<p>Connected to junction block No. 1</p>	<p>Pin numbers 3 4</p> 	<p>Connector symbol Connector color BLACK</p> 
<p>2A, 2B, .....</p>	<p>Connected to junction block No. 2</p>	<p>Circuit inside junction block</p> 	<p>Pin numbers 3 4</p> 
<p>3A, 3B, .....</p>	<p>Connected to junction block No. 3</p>	<p>Pin number 5</p> 	<p>Connector symbol Connector color BLACK</p> 
<p>A1, B1, .....</p>	<p>Connecting wire harnesses</p>	<p>Female connector side Male connector side Connector symbol</p> 	<p>Connector symbol Connector color BLACK</p> 

Hình 1.3: Các ký hiệu và quy ước trong sơ đồ mạch điện

## 1.7 Dây điện và bố trí dây điện trong hệ thống điện ô tô

### 1.7.1 Ký hiệu màu và ký hiệu số

Trong khuôn khổ giáo trình này, tác giả chỉ giới thiệu hệ thống màu dây và ký hiệu quy định theo tiêu chuẩn châu Âu. Các xe sử dụng hệ thống màu theo tiêu chuẩn này là: Ford, Volkswagen, BMW, Mercedes... Các tiêu chuẩn của các loại xe khác bạn đọc có thể tham khảo trong các tài liệu hướng dẫn thực hành điện ô tô.

**Bảng 1.1: Ký hiệu màu dây hệ châu Âu**

Màu	Ký hiệu	Đường dẫn
Đỏ	Rt	Từ accu
Trắng/ Đen	Ws/ Sw	Công tắc đèn đầu
Trắng	Ws	Đèn pha (chiếu xa)
Vàng	Ge	Đèn cot (chiếu gần)
Xám	Gr	Đèn kích thước và báo rẽ chính
Xám/ Đen	Gr/Sw	Đèn kích thước trái
Xám/ Đỏ	Gr/Rt	Đèn kích thước phải
Đen/ Vàng	Sw/Ge	Đánh lửa
Đen/ Trắng/ Xanh lá	Sw/ Ws/ Gn	Đèn báo rẽ
Đen/ Trắng	Sw/ Ws	Báo rẽ trái
Đen/ Xanh lá	Sw/ Gn	Báo rẽ phải
Xanh lá nhạt	LGn	Âm bobine
Nâu	Br	Mass
Đen/ Đỏ	Sw/ Rt	Đèn thắng

**Bảng 1.2: Ký hiệu đầu dây hệ châu Âu**

1	Âm bobine
4	Dây cao áp
15	Dương công tắc máy
30	Dương accu
31	Mass
49	Ngõ vào cục chớp
49a	Ngõ ra cục chớp
50	Điều khiển đề
53	Gạt nước
54	Đèn thắng
55	Đèn sương mù
56	Đèn đầu
56a	Đèn pha

56b	Đèn cốt
58	Đèn kích thước
61	Báo sạc
85, 86	Cuộn dây relay
87	Tiếp điểm relay

### 1.7.2 Tính toán chọn dây

Các hư hỏng trong hệ thống điện ô tô ngày nay chủ yếu bắt nguồn từ dây dẫn vì đa số các linh kiện bán dẫn đã được chế tạo với độ bền khá cao. Ô tô càng hiện đại, số dây dẫn càng nhiều thì xác suất hư hỏng càng lớn. Tuy nhiên, trên thực tế rất ít người chú ý đến đặc điểm này, kết quả là trục trặc của nhiều hệ thống điện ô tô xuất phát từ những sai lầm trong đấu dây. Phần này nhằm giới thiệu với bạn đọc những kiến thức cơ bản về dây dẫn trên ô tô, giúp người đọc giảm bớt những sai sót trong sửa chữa hệ thống điện ô tô.

Dây dẫn trong ô tô thường là dây đồng có bọc cách điện là nhựa PVC. So với dây điện dùng trong nhà, dây điện trong ô tô dẫn điện và được cách điện tốt hơn. (Rất tiếc là do nguồn cung cấp loại dây này ít, nên ở nước ta, thợ điện và giáo viên dạy điện ô tô vẫn sử dụng dây điện nhà để đấu điện xe!). Chất cách điện bọc ngoài dây đồng không những có điện trở rất lớn ( $10^{12}\Omega/\text{mm}$ ) mà còn phải chịu được xăng dầu, nhớt, nước và nhiệt độ cao, nhất là đối với các dây dẫn chạy ngang qua nắp máy (của hệ thống phun xăng và đánh lửa). Một ví dụ cụ thể là dây điện trong khoang động cơ của một hãng xe nổi tiếng vào bậc nhất thế giới chỉ có khả năng chịu nhiệt được trong thời gian bảo hành ở môi trường khí hậu nước ta! Ở môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, tốc độ lão hóa nhựa cách điện tăng đáng kể. Hậu quả là lớp cách điện của dây dẫn bắt đầu bong ra gây tình trạng chập mạch trong hệ thống điện.

Thông thường tiết diện dây dẫn phụ thuộc vào cường độ dòng điện chạy trong dây. Tuy nhiên, điều này lại bị ảnh hưởng không ít bởi nhà chế tạo vì lý do kinh tế. Dây dẫn có kích thước càng lớn thì độ sụt áp trên đường dây càng nhỏ, nhưng dây cũng sẽ nặng hơn. Điều này đồng nghĩa với tăng chi phí do phải mua thêm đồng. Vì vậy mà nhà sản xuất cần phải có sự so đo giữa hai yếu tố vừa nêu. Ở bảng 1.3 sẽ cho ta thấy độ sụt áp của dây dẫn trên một số hệ thống điện ô tô và mức độ cho phép.

1.7 Bảng 1.3. Độ sụt áp tối đa trên dây dẫn kể cả mối nối

Hệ thống (12V)	Độ sụt áp (V)	Sụt áp tối đa (V)
Hệ thống chiếu sáng	0.1	0.6
Hệ thống cung cấp điện	0.3	0.6
Hệ thống khởi động	1.5	1.9
Hệ thống đánh lửa	0.4	0.7
Các hệ thống khác	0.5	1.0

Nhìn chung, độ sụt áp cho phép trên đường dây thường nhỏ hơn 10% điện áp định mức. Đối với hệ thống 24V thì các giá trị trong bảng 1.6 phải nhân đôi.

Tiết diện dây dẫn được tính bởi công thức:

$$S = \frac{I \cdot \rho \cdot l}{\Delta U}$$

Trong đó:

$\Delta U$  - độ sụt áp cho phép trên đường dây (theo bảng 1.3)

$I$  - cường độ dòng điện chạy trong dây tính bằng Ampere là tỷ số giữa công suất của phụ tải điện và hiệu điện thế định mức.

$\rho$  - 0.0178  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  điện trở suất của đồng.

$S$  - tiết diện dây dẫn.

$l$  - chiều dài dây dẫn.

Từ công thức trên, ta có thể tính toán để chọn tiết diện dây dẫn nếu biết công suất của phụ tải điện mà dây cần nối và độ sụt áp cho phép trên dây.

Để có độ uốn tốt và bền, dây dẫn trên xe được bện bởi các sợi đồng có kích thước nhỏ. Các cỡ dây điện sử dụng trên ô tô được giới thiệu trong bảng 1.7.

**Bảng 1.4: Các cỡ dây điện và nơi sử dụng**

Cỡ dây: số sợi/ đường kính	Tiết diện ( $\text{mm}^2$ )	Dòng điện liên tục (A)	Ứng dụng
9/ 0.30	0.6	5.75	Đèn kích thước, đèn đuôi
14/ 0.25	0.7	6.00	Radio, CD, đèn trần
14/ 0.3	1.0	8.75	HT Đánh lửa
28/ 0.3	2.0	17.50	Đèn đầu, xông kính
65/ 0.3	5.9	45.00	Dây dẫn cấp điện chính
120/ 0.3	8.5	60.00	Dây sạc
61/ 0.90	39.0	700.00	Dây đề

**Bối dây**

Dây điện trong xe được gộp lại thành bối dây. Các bối dây được quấn nhiều lớp bảo vệ, cuối cùng là lớp băng keo. Trên nhiều loại xe, bối dây có thể được đặt trong ống nhựa

PVC. Ở những xe đời cũ, bó dây điện trong xe chỉ gồm vài chục sợi. Ngày nay do sự phát triển vũ bão của hệ thống điện và điện tử ô tô, bó dây có thể có hơn 1000 sợi.

Khi đấu dây hệ thống điện ô tô, ngoài quy luật về màu, cần tuân theo các quy tắc sau đây:

1. Chiều dài dây giữa các điểm nối càng ngắn càng tốt.
2. Các mối nối giữa các đầu dây cần phải hàn.
3. Số mối nối càng ít càng tốt.
4. Dây ở vùng động cơ phải được cách nhiệt.
5. Bảo vệ bằng cao su những chỗ băng qua khung xe.

### **1.8 Hệ thống đa dẫn tín hiệu (multiplexed wiring system) và mạng vùng điều khiển (CAN – controller area networks)**

Như ở trên đã nêu, mức độ phức tạp của hệ thống dây dẫn trên ô tô ngày càng tăng. Ngày nay, kích thước, trọng lượng và hồng học xuất phát từ hệ thống dây dẫn đều đã đạt mức độ báo động. Trên một số loại xe, số dây dẫn trong bó dây đã lên đến 1200 và cứ sau 10 năm thì số dây tăng gấp đôi.

Ví dụ, chỉ riêng dây chạy vào cửa xe phía tài xế cần khoảng 60 sợi mới đủ để điều khiển hết các chức năng của các thiết bị điện đặt trong cửa: nâng hạ kính, khóa, chống trộm, điều khiển kính chiếu hậu, loa... Số điểm nối (connector) trên xe cũng tăng tỷ lệ thuận với số dây dẫn và khả năng hư hỏng do độ sụt áp lớn cũng tăng theo. Bên cạnh đó, các hệ thống điều khiển bằng vi xử lý ngày càng nhiều trên xe. Hiện nay các hệ thống điều khiển bằng vi xử lý như điều khiển động cơ (xăng, lửa, ga tự động, góc mở xupáp...), hệ thống phanh chống hãm cứng, kiểm soát lực kéo, hộp số tự động đã trở thành tiêu chuẩn của các loại xe thường dùng. Các hệ thống trên hoạt động độc lập nhưng vẫn sử dụng chung một số cảm biến và trao đổi với nhau một số thông tin càng làm tăng độ phức tạp của hệ thống dây dẫn. Có thể giải quyết vấn đề trên bằng cách sử dụng một máy tính để điều khiển tất cả các hệ thống. Tuy nhiên, giá thành sẽ rất cao vì số lượng không nhiều. Cách giải quyết thứ hai là dùng một đường truyền dữ liệu chung (common data bus), giúp trao đổi thông tin giữa các hộp điều khiển và tín hiệu của các cảm biến có thể dùng chung. Tất cả các dữ liệu có thể truyền trên một dây và số dây trên xe có thể giảm xuống còn 3! một dây dương, một dây mass và một dây tín hiệu. Ý tưởng này đã tìm được ứng dụng trong các thiết bị viễn thông cách đây nhiều năm nhưng ngày nay mới bắt đầu áp dụng trên xe. Hệ thống dây đa tín hiệu đã được Lucas bắt đầu thử nghiệm từ những năm 70 và vài năm trở lại đây đã xuất hiện trên một số xe. Song song với hệ thống dây đa tín hiệu, BOSCH đã triển khai hệ thống mạng vùng điều khiển (CAN) trên xe Mercedes.

Có 3 lĩnh vực ứng dụng của mạng CAN trên ô tô:

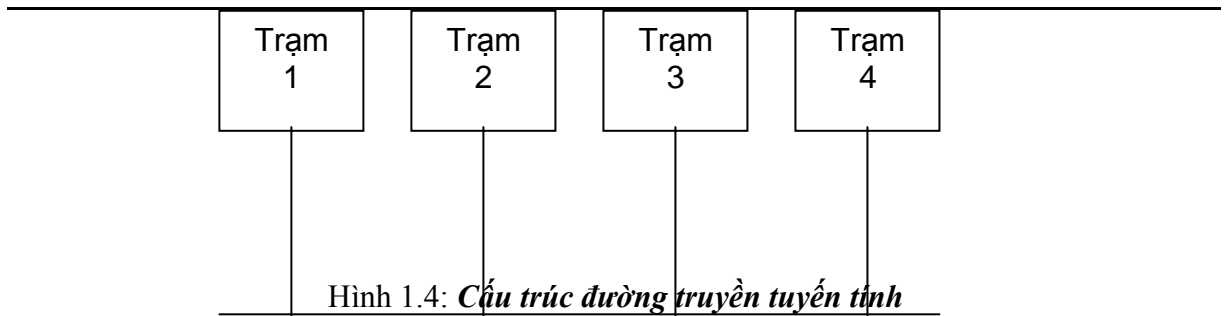
- Mạng dùng cho các ECU trên xe
- Điện thân xe và hệ thống tiện nghi trên xe.
- Các thiết bị viễn thông.

Trong phần này chủ yếu đề cập về mạng của ECU.

#### **Mạng CAN của các ECU**

Các hệ thống điều khiển điện tử chẳng hạn như điều khiển động cơ hay bơm cao áp, ABS, TCS, sang số tự động, ESP,... thì được nối mạng với nhau. ECU được phân quyền ưu tiên ngang bằng và được nối với nhau bằng cách sử dụng cấu trúc đường truyền tuyến tính (linear bus structure).





Một ưu điểm của hệ thống này là nếu có một trạm (subscribers) hoạt động sai, thì tất cả các trạm còn lại có thể tiếp tục truy nhập vào mạng.

Xác suất hư hỏng toàn bộ các trạm thì thấp hơn so với các cấu trúc logic khác như cấu trúc vòng hay hình sao. Cụ thể là với cấu trúc vòng hay hình sao thì một trạm hoạt động sai sẽ dẫn đến toàn bộ hệ thống hoạt động sai.

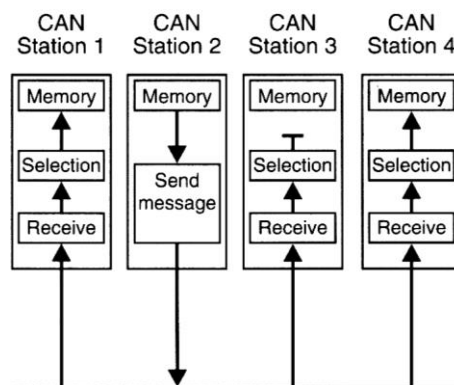
Một mạng CAN tiêu biểu có tốc độ truyền 125 kBit/giây và 1Mbit/giây (ví dụ như ECU của động cơ và ECU của bộ điều khiển bơm cao áp có piston hướng tâm giao tiếp với nhau bằng đường truyền 500 kBit/giây). Tốc độ truyền dữ liệu phải cao để đảm bảo cho việc đáp ứng tức thời.

#### Tìm địa chỉ theo nội dung thông tin

Thay vì phải chuyển thông tin đến từng trạm thì người ta sử dụng lược đồ địa chỉ (addressing scheme) cho mạng CAN, nó sẽ ghi một nhãn (label) cho mỗi “thông tin” (message). Do đó mỗi thông tin có một bộ mã nhận dạng thống nhất 11 bit hay 29 bit (unique 11 or 29 bit identifier) để xác định nội dung của thông tin ví dụ như tốc độ động cơ.

Mỗi trạm chỉ truy nhập vào những thông tin mà nó được lưu trong “danh sách tiếp nhận” (acceptance list) của bộ nhận dạng mã. Tất cả các thông tin khác sẽ bị bỏ qua.

Việc tìm địa chỉ theo nội dung thông tin có nghĩa là tín hiệu có thể được chuyển đến một số lượng trạm nhất định. Các cảm biến chỉ cần phải chuyển tín hiệu của nó trực tiếp lên đường truyền bus trên mạng nơi mà nó được phân phối cho phù hợp. Thêm vào đó, một lượng lớn các thiết bị khác nhau có thể dễ dàng bổ sung thêm vào mạng CAN.



Hình 1.5: Trao đổi thông tin trên CAN

#### Phân quyền ưu tiên (priority assignment)

Bộ mã nhận dạng “dán nhãn” (label) cho cả nội dung dữ liệu và mức độ ưu tiên cho thông tin được gửi. Một tín hiệu thay đổi nhanh (ví dụ như tốc độ động cơ) phải được chuyển ngay tức khắc và do đó, được chỉ định quyền ưu tiên cao hơn các tín hiệu thay đổi chậm (như nhiệt độ động cơ).

#### Phân quyền trên đường truyền bus (bus arbitration)

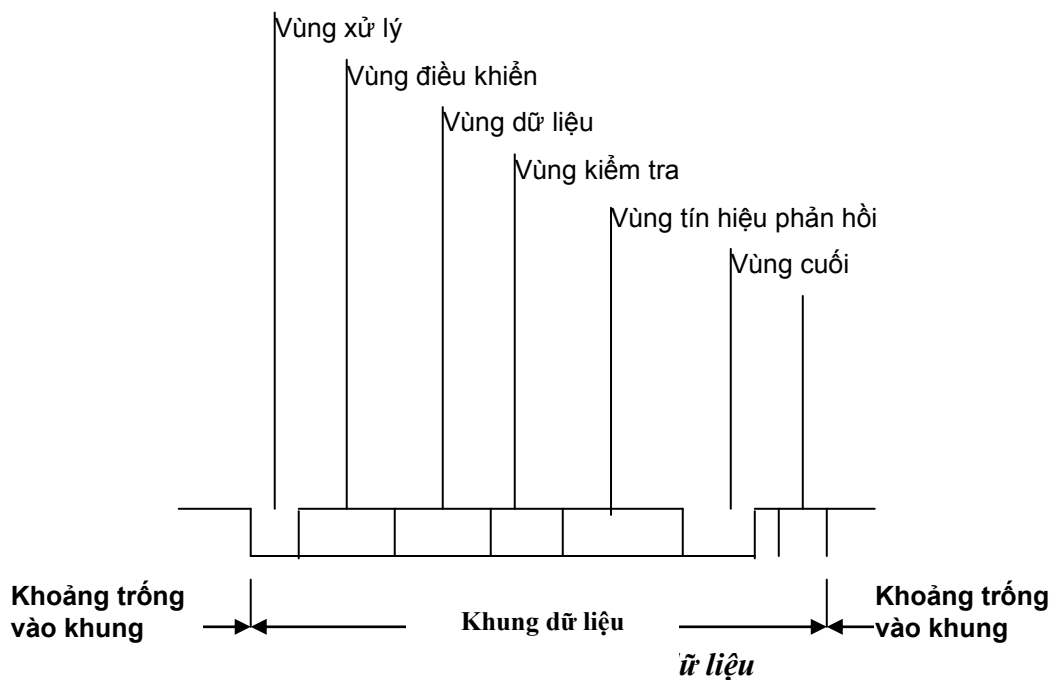
Khi đường truyền bus trống, mỗi trạm có thể bắt đầu chuyển thông tin của nó. Nếu vài trạm bắt đầu truyền cùng lúc, hệ thống sẽ truyền những thông tin có mức độ ưu tiên cao hơn mà không bị mất cả thời gian và dữ liệu. Các trạm có thông tin ít ưu tiên hơn tự động chuyển sang nhận và lặp lại việc chuyển thông tin cho đến khi đường truyền trống trở lại.

### Định dạng thông tin (message format)

Một khung dữ liệu dài tối đa 130 bit (định dạng chuẩn) hay 150 bit (định dạng mở rộng) được tạo ra để truyền dữ liệu đến bus.

Khung dữ liệu bao gồm 7 vùng liên tiếp:

- Đầu khung: chỉ định vị trí đầu của thông tin và đồng bộ hoá (synchronises) các trạm.
- Vùng phân định (Arbitration field): bao gồm bộ nhận dạng thông tin (message's identifier) và một bit điều khiển phụ (additional control bit). Trong khi vùng này đang truyền thì bộ truyền đi cùng với mỗi bit truyền đi để kiểm tra nhằm bảo đảm rằng không có trạm ưu tiên cao hơn nào cũng được truyền. Bit điều khiển quyết định dữ liệu được phân cấp dưới dạng “data frame”(khung dữ liệu) hay “remote frame”.
- Vùng điều khiển (Control field): chứa đựng bộ mã chỉ định số lượng dữ liệu trong vùng dữ liệu “data field”.
- Vùng dữ liệu (Data field): chứa nội dung thông tin từ 0 đến 8 bytes. Một thông tin có chiều dài là 0 có thể được dùng để đồng bộ hoá quá trình.
- Vùng kiểm tra nhân rồi (CRC field - Cyclic Redundancy Check field): chứa khung kiểm tra xác định quá trình truyền dữ liệu có bị cản trở (interference) hay không
- Vùng phản hồi: chứa tín hiệu phản hồi khi tất cả các bộ nhận thông tin xác định thông tin không bị mất mát.
- Vùng kết thúc: chỉ phần cuối của thông tin.



### Hệ thống chẩn đoán (Intergrated diagnostics)

Hệ thống mạng CAN được trng bị một số chức năng để tìm lỗi. Chúng bao gồm tín hiệu kiểm tra ở khung dữ liệu “data frame”, và trong bộ theo dõi (monitoring) trong đó, mỗi bộ truyền sẽ nhận lại tín hiệu mà nó chuyển, và do đó có thể phát hiện ra bất cứ sai lệch nào (deviation).

Nếu có một trạm phát hiện ra lỗi, nó sẽ gửi một cờ báo lỗi “error flag” và ngăn lại việc truyền thông tin. Điều này ngăn cản các trạm khác nhận thông tin bị lỗi này.

Trong trường hợp một trạm được phát hiện bị lỗi, có thể xảy ra trường hợp là tất cả thông tin, bao gồm cả thông tin bị lỗi, sẽ bị loại bỏ khi chỉ có một “error flag”. Để ngăn điều này xảy ra, hệ thống mạng CAN có thêm một chức năng có thể phân biệt giữa lỗi gián đoạn và lỗi thường trực (intermittent and permanent errors), và nhờ đó, có thể xác định vị trí của trạm bị lỗi. Quá trình này dựa vào giá trị thống kê tình trạng lỗi.

#### **Tiêu chuẩn (standardization)**

Tiêu chuẩn ISO (International Organization Standardization) được áp dụng cho việc truyền thông tin bằng mạng CAN trên ô tô:

- ISO 11 519-2 dùng cho các ứng dụng đến 125 kBit/s
- ISO 11 898 cho các ứng dụng trên 125 kBit/s

## CHƯƠNG 2. HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

### 2.1.Ắc quy khởi động

#### 2.1.1 Nhiệm vụ và phân loại accu ô tô

---

##### a. Nhiệm vụ

Accu trong ô tô thường được gọi là accu *khởi động* để phân biệt với loại accu sử dụng ở các lĩnh vực khác. Accu khởi động trong hệ thống điện thực hiện chức năng của một thiết bị chuyên đổi hóa năng thành điện năng và ngược lại. Đa số accu khởi động là loại accu *chì – axit*. Đặc điểm của loại accu nêu trên là có thể tạo ra dòng điện có *cường độ lớn*, trong khoảng *thời gian ngắn* ( $5 \div 10s$ ), có khả năng cung cấp dòng điện lớn ( $200 \div 800A$ ) mà *độ sụt thế bên trong nhỏ*, thích hợp để cung cấp điện cho máy khởi động để khởi động động cơ.

Accu khởi động còn cung cấp điện cho các tải điện quan trọng khác trong hệ thống điện, cung cấp từng phần hoặc toàn bộ trong trường hợp động cơ chưa làm việc hoặc đã làm việc mà máy phát điện chưa phát đủ công suất (động cơ đang làm việc ở chế độ số vòng quay thấp): cung cấp điện cho đèn đậu (parking lights), radio cassette, CD, các bộ nhớ (đồng hồ, hộp điều khiển...), hệ thống báo động...

Ngoài ra, accu còn đóng vai trò *bộ lọc và ổn định điện thế* trong hệ thống điện ô tô khi điện áp máy phát dao động.

Điện áp cung cấp của accu là  $6V$ ,  $12V$  hoặc  $24V$ . Điện áp accu thường là  $12V$  đối với xe du lịch hoặc  $24V$  cho xe tải. Muốn điện áp cao hơn ta đấu nối tiếp các accu  $12V$  lại với nhau.

##### b. Phân loại

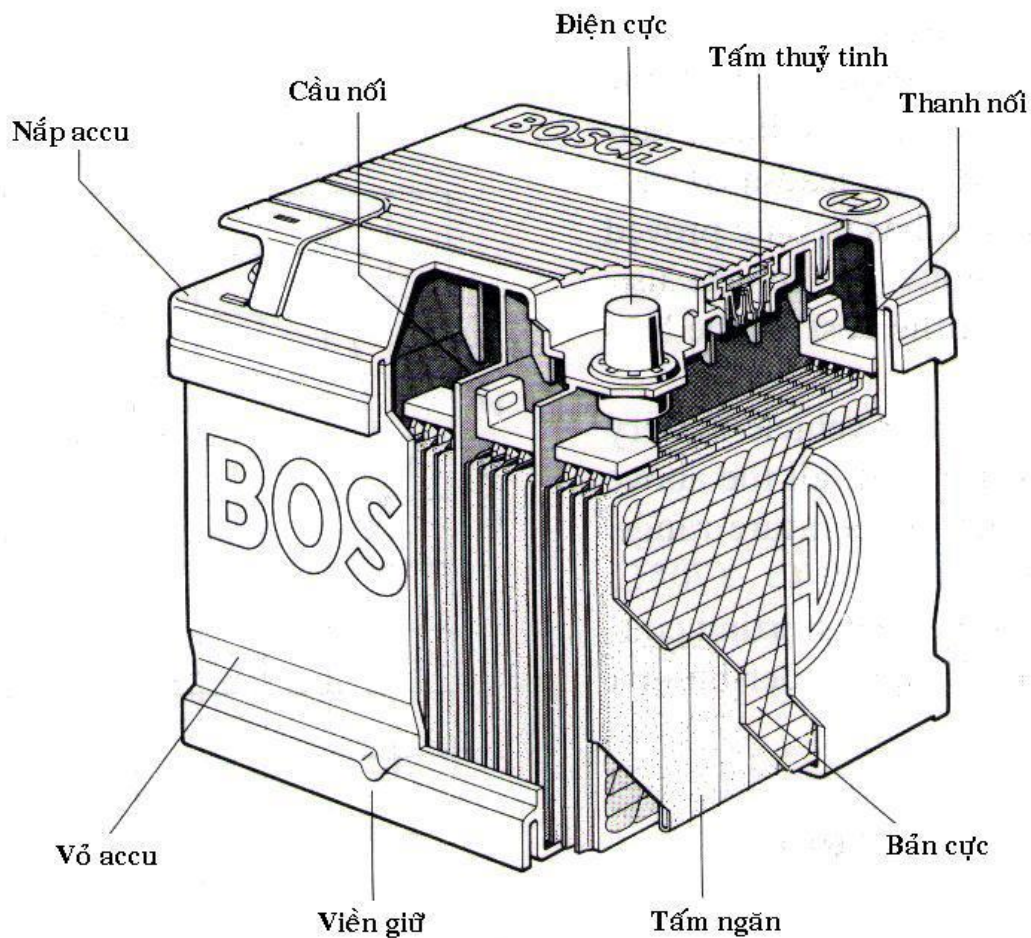
Trên ô tô có thể sử dụng hai loại accu để khởi động: accu axit và accu kiềm. Nhưng thông dụng nhất từ trước đến nay vẫn là accu axit, vì so với accu kiềm nó có sức điện động của mỗi cặp bản cực cao hơn, có điện trở trong nhỏ và đảm bảo chế độ khởi động tốt, mặc dù accu kiềm cũng có khá nhiều ưu điểm.

#### 2.1.2. Cấu tạo và quá trình điện hóa của accu chì-axit

---

##### 2.1.2.1 Cấu tạo

Accu axit bao gồm vỏ bình, có các ngăn riêng, thường là ba ngăn hoặc 6 ngăn tùy theo loại accu  $6V$  hay  $12V$ .

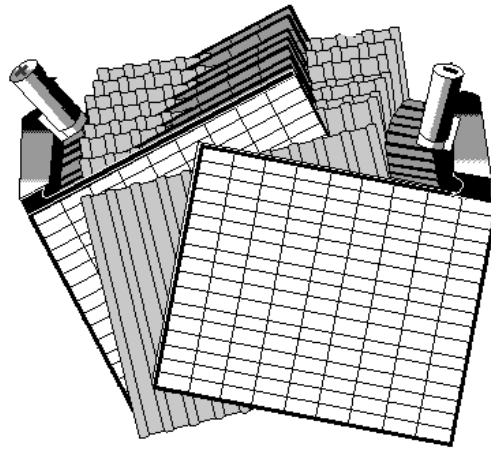


Hình 2.1: Cấu tạo bình accu axit

Trong mỗi ngăn đặt khối bản cực có hai loại bản cực: bản dương và bản âm. Các tấm bản cực được ghép song song và xen kẽ nhau, ngăn cách với nhau bằng các tấm ngăn. Mỗi ngăn như vậy được coi là một accu đơn. Các accu đơn được nối với nhau bằng các cầu nối và tạo thành bình accu. Ngăn đầu và ngăn cuối có hai đầu tự do gọi là các đầu cực của accu. Dung dịch điện phân trong accu là axit sunfuric, được chứa trong từng ngăn theo mức qui định thường không ngập các bản cực quá  $10 \div 15 \text{ mm}$ .

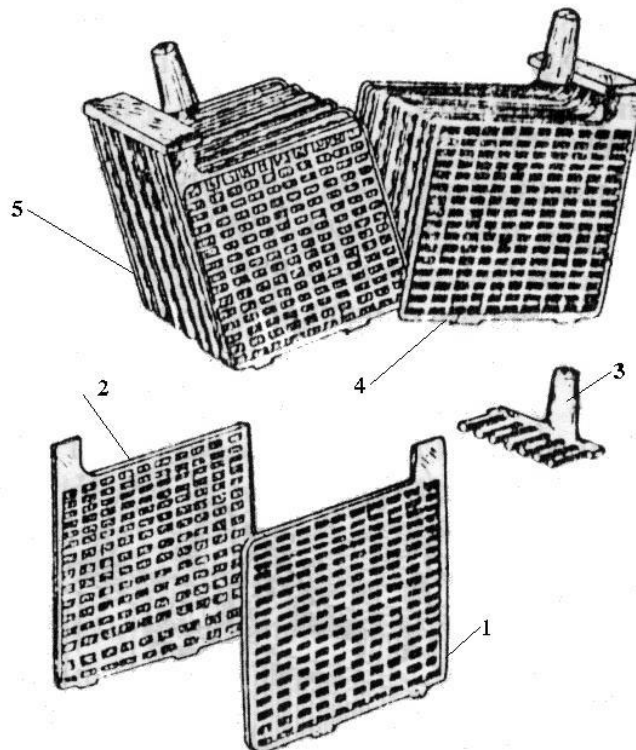
Vỏ accu được chế tạo bằng các loại nhựa *ebônit* hoặc cao su cứng, có độ bền và khả năng chịu được axit cao. Bên trong vỏ được ngăn thành các khoang riêng biệt, ở đáy có sống đỡ khối bản cực tạo thành khoảng trống (giữa đáy bình và khối bản cực) nhằm chống việc chập mạch do chất tác dụng rơi xuống đáy trong quá trình sử dụng.

Khung của các tấm bản cực được chế tạo bằng hợp kim chì – stibi (*Sb*) với thành phần  $87 \div 95\% \text{ Pb} + 5 \div 13\% \text{ Sb}$ . Các lưới của bản cực dương được chế tạo từ hợp kim *Pb-Sb* có pha thêm  $1,3\% \text{ Sb} + 0,2\% \text{ Kali}$  và được phủ bởi lớp bột dioxit chì  $\text{PbO}_2$  ở dạng xốp tạo thành bản cực dương. Các lưới của bản cực âm có pha  $0,2\% \text{ Ca} + 0,1\% \text{ Cu}$  và được phủ bởi bột chì. Tấm ngăn giữa hai bản cực làm bằng nhựa *PVC* và sợi thủy tinh có tác dụng chống chập mạch giữa các bản cực dương và âm, nhưng cho axit đi qua được.



Hình 2.2 : *Cấu tạo khối bản cực*

Dung dịch điện phân là dung dịch acid sulfuric  $H_2SO_4$  có nồng độ  $1,22 \div 1,27 \text{ g/cm}^3$ , hoặc  $1,29 \div 1,31 \text{ g/cm}^3$  nếu ở vùng khí hậu lạnh . Nồng độ dung dịch quá cao sẽ làm hỏng nhanh các tấm ngăn, rọng bản cực, các bản cực dễ bị sunfat hóa, khiến tuổi thọ của accu giảm. Nồng độ quá thấp làm điện thế accu giảm.

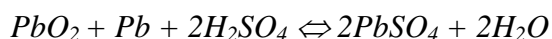


Hình 2.3: *Cấu tạo chi tiết bản cực*

1. Bản cực âm; 2. Bản cực dương; 3. Vấu cực; 4. Khối bản cực âm;  
5. Khối bản cực dương.

### 2.1.2.2 Các quá trình điện hóa trong accu

Trong accu thường xảy ra hai quá trình hóa học thuận nghịch đặc trưng là quá trình nạp và phóng điện, và được thể hiện dưới dạng phương trình sau:



Trong quá trình phóng điện, hai bản cực từ  $PbO_2$  và  $Pb$  biến thành  $PbSO_4$ . Như vậy khi phóng điện, axit sunfuric bị hấp thụ để tạo thành sunfat chì, còn nước được tạo ra, do đó, nồng độ dung dịch  $H_2SO_4$  giảm.

#### Quá trình phóng điện

	Bản cực âm	Dung dịch điện phân	Bản cực dương
<b>Chất ban đầu</b>	$Pb$	$2H_2SO_4 + 2H_2O$	$PbO_2$
<b>Quá trình ion hóa</b>		$\frac{SO_4^{2-}, SO_4^{2-}, 4H^+}{\uparrow \downarrow}$	$\frac{4OH^-, Pb^{4+}}{\downarrow}$
<b>Quá trình tạo dòng</b>	$\leftarrow 2e^- \quad Pb^{2+} - 2e^-$		$Pb^{2+} + 2e^- \leftarrow 2e^-$
<b>Chất được tạo ra</b>	$PbSO_4$	$4H_2O$ $-2H_2O$ $2H_2O$	$PbSO_4$

#### Quá trình nạp điện

	Bản cực âm	Dung dịch điện phân	Bản cực dương
<b>Chất được tạo ra cuối quá trình phóng</b>	$PbSO_4$	$4H_2O$	$PbSO_4$
<b>Quá trình ion hóa</b>	$\frac{Pb^{2+}, SO_4^{2-}}{\uparrow \downarrow}$	$\frac{2H^+, 4OH^-, 2H^+}{\uparrow \downarrow}$	$\frac{SO_4^{2-}, Pb^{4+}}{\uparrow \downarrow}$
<b>Quá trình tạo dòng</b>	$2e^+ \rightarrow$		$Pb^{4+} \rightarrow 2e^-$
<b>Chất ban đầu</b>	$Pb$	$2H_2O$ $H_2SO_4 \quad H_2SO_4$	$PbO_2$

Sự thay đổi nồng độ dung dịch điện phân trong quá trình phóng và nạp là một trong những dấu hiệu để xác định mức phóng điện của accu trong sử dụng.

## 2.1.3 Thông số và các đặc tính của accu chì-axit

### 2.1.3.1 Thông số

#### a. Sức điện động của accu

Sức điện động của accu phụ thuộc chủ yếu vào sự chênh lệch điện thế giữa hai tấm bản cực khi không có dòng điện ngoài.

- Sức điện động trong một ngăn

$$e_a = \varphi^+ - \varphi^- \text{ (V)}$$

- Nếu accu có n ngăn  $E_a = n \cdot e_a$ .

Sức điện động còn phụ thuộc vào nồng độ dung dịch, trong thực tế có thể xác định theo công thức thực nghiệm:

$$E_o = 0,85 + \rho_{25^{\circ}\text{C}} \quad (2.1)$$

$E_o$  : sức điện động tĩnh của accu đơn (tính bằng volt).

$\rho$  : nồng độ của dung dịch điện phân được tính bằng ( $\text{g/cm}^3$ ) ở  $25^{\circ}\text{C}$ .

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = \rho_{đo} - 0,0007(25 - t)$$

$t$  : nhiệt độ dung dịch lúc đo.

$\rho_{đo}$  : nồng độ dung dịch lúc đo.

#### b. Hiệu điện thế của accu

- Khi phóng điện  $U_p = E_a - R_a \cdot I_p \quad (2.2)$

- Khi nạp điện  $U_n = E_a + R_a \cdot I_n \quad (2.3)$

Trong đó:  $I_p$  - cường độ dòng điện phóng.

$I_n$  - cường độ dòng điện nạp.

$R_a$  - điện trở trong của accu.

#### c. Điện trở trong accu

$$R_{aq} = R_{điện\ cực} + R_{bản\ cực} + R_{tấm\ ngăn} + R_{dung\ dịch}$$

Điện trở trong accu phụ thuộc chủ yếu vào điện trở của điện cực và dung dịch.  $Pb$  và  $PbO_2$  đều có độ dẫn điện tốt hơn  $PbSO_4$ . Khi nồng độ dung dịch điện phân tăng, sự có mặt của các ion  $H^+$  và  $SO_4^{2-}$  cũng làm giảm điện trở dung dịch. Vì vậy điện trở trong của accu tăng khi bị phóng điện và giảm khi nạp. Điện trở trong của accu cũng phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường. Khi nhiệt độ thấp, các ion sẽ dịch chuyển chậm trong dung dịch nên điện trở tăng.

#### d. Độ phóng điện của accu

Để đánh giá tình trạng của accu, ta sử dụng thông số độ phóng điện. Độ phóng điện của accu tính bằng % và được xác định bởi công thức:

$$\% Q = \frac{\rho_n - \rho_{\bar{n}}(25^{\circ}\text{C})}{\rho_n - \rho_p} \quad (2.4)$$

$$\rho_n - \rho_p = 0,16 \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:  $\rho_n$  - nồng độ dung dịch lúc nạp no.

$\rho_d$  - nồng độ dung dịch lúc đo đã qui về  $25^{\circ}\text{C}$ .



$\rho_p$  – nồng độ dung dịch lúc accu đã phóng hết.

**e. Năng lượng accu**

Năng lượng của accu lúc phóng điện:

$$W_p = 3600 \cdot Q_p \cdot U_p \quad (J) \quad (2.5)$$

$$W_p = 3600 \frac{I_p \cdot t_p}{n} \sum_i^n U_{pi}$$

$n$  - số lần đo.

Năng lượng của accu lúc nạp điện:

$$W_n = 3600 \frac{I_n \cdot t_n}{n} \sum_i^n U_{pi} \quad (2.6)$$

Trong đó:  $Q_p$  - năng lượng phóng của accu.

$U_p$  - điện thế phóng của accu.

$t_n$  - thời gian nạp accu.

**f. Công suất của accu**

$$P_a = IE = I(IR + IR_a) \quad (2.7)$$

$R$  - điện trở tải bên ngoài.

$$P_a = I^2 R + I^2 R_a$$

Công suất đưa ra mạch ngoài (đưa vào tải điện)

$$P_a = IE - I^2 R_a$$

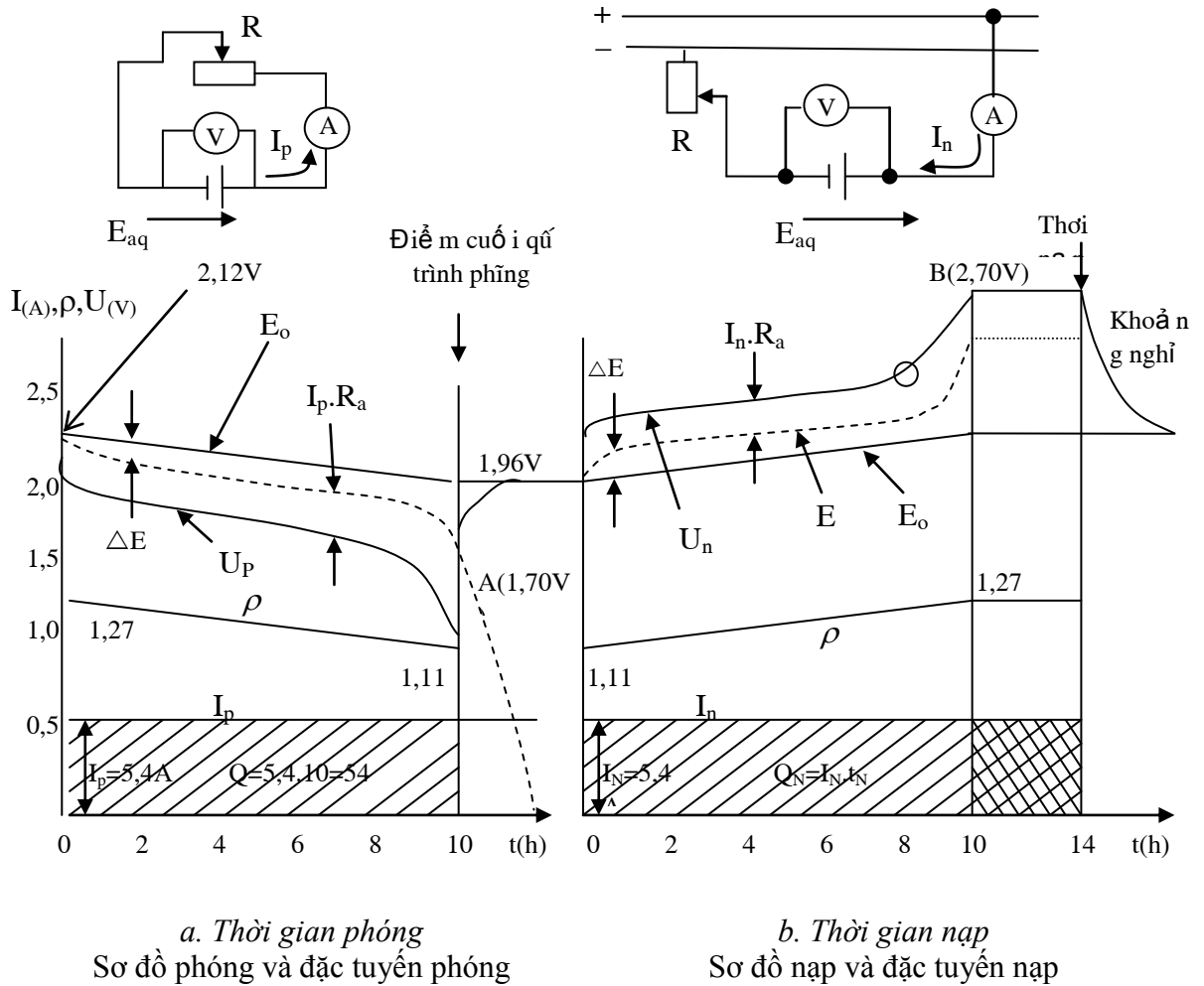
$$\frac{dP_a}{dI} = E - 2R_a I \text{ đạt cực đại khi bằng không} \Rightarrow I = \frac{E}{2R_a} \quad (2.8)$$

Như vậy, khi  $R = R_a$ , accu sẽ cho công suất lớn nhất.

**2.1.3.2 Đặc tính**

**a. Đặc tuyến phóng nạp của accu**

*Đặc tuyến phóng của accu đơn:* khi phóng điện bằng dòng điện không đổi thì nồng độ dung dịch giảm tuyến tính (theo đường thẳng). Nồng độ axit sulfuric phụ thuộc vào lượng axit tiêu tốn trong thời gian phóng và trữ lượng dung dịch trong bình.



Hình 2.4: **Đặc tuyến phóng - nạp của accu axit**

Trên đồ thị có sự chênh lệch giữa  $E_a$  và  $E_o$  trong quá trình phóng điện là vì nồng độ dung dịch chứa trong chất tác dụng của bản cực bị giảm do tốc độ khuếch tán dung dịch đến các bản cực chậm, khiến nồng độ dung dịch thực tế ở trong lòng bản cực luôn luôn thấp hơn nồng độ dung dịch trong từng ngăn.

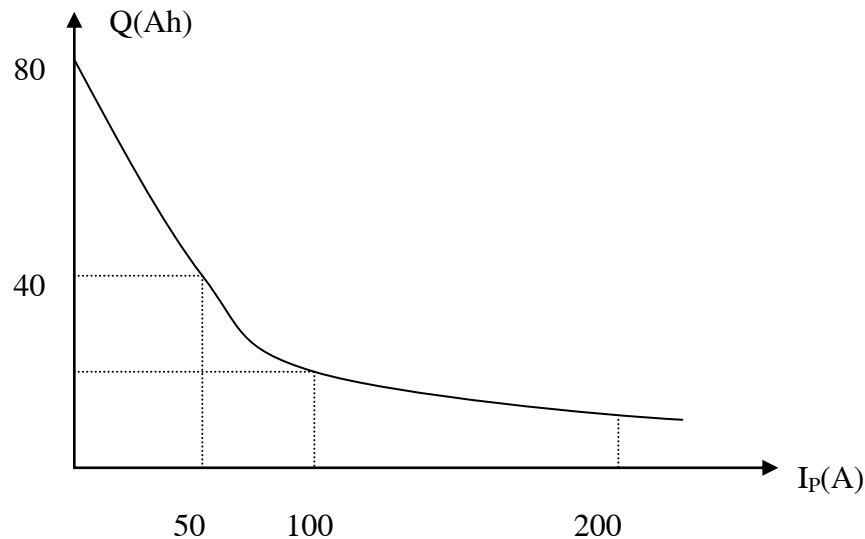
Hiệu điện thế  $U_p$  cũng thay đổi trong quá trình phóng. Ở thời điểm bắt đầu phóng điện,  $U_p$  giảm nhanh và sau đó giảm tỷ lệ với sức giảm nồng độ dung dịch. Khi ở trạng thái cân bằng thì  $U_p$  gần như ổn định. Ở cuối quá trình phóng (vùng gần điểm A) sunfat chì được tạo thành trong các bản cực sẽ làm giảm tiết diện của các lỗ thấm dung dịch và làm cản trở quá trình khuếch tán, khiến cho trạng thái cân bằng bị phá hủy. Kết quả là nồng độ dung dịch chứa trong bản cực, sức điện động  $E_a$  và hiệu điện thế  $U_p$  giảm nhanh và có chiều hướng giảm đến không. Hiệu điện thế tại điểm A được gọi là điện thế cuối cùng.

Khi nạp điện, trong lòng các bản cực axit sunfuric tái sinh. Nồng độ của dung dịch chứa trong các bản cực trở nên đậm đặc hơn, do đó  $E_a$  khi nạp lớn hơn  $E_o$  một lượng bằng  $\Delta E$ , còn hiệu điện thế khi nạp:  $U_n = E_a + I_n \cdot R_a$ . Ở cuối quá trình nạp sức điện động và hiệu điện thế tăng lên khá nhanh do các ion  $H^+$  và  $O^{2-}$  bám ở các bản cực sẽ gây ra sự chênh lệch điện thế và hiệu điện thế accu tăng vọt đến giá trị 2,7V. Đó là dấu hiệu của cuối quá trình nạp. Khi quá trình nạp kết thúc và các chất tác dụng ở các bản cực trở lại trạng thái ban đầu thì dòng điện  $I_n$  trở nên thừa. Nó chỉ điện phân nước tạo thành oxy và hydro và thoát ra dưới dạng bọt khí.

**b. Dung lượng của accu**

Lượng điện năng mà accu cung cấp cho phụ tải trong giới hạn phóng điện cho phép được gọi là dung lượng của accu.

$$Q = I_p \cdot t_p \quad (A.h) \quad (2.9)$$



Hình 2.5: Sự phụ thuộc của dung lượng accu vào dòng phóng

Như vậy dung lượng của accu là đại lượng biến đổi phụ thuộc vào chế độ phóng điện. Người ta còn đưa ra khái niệm dung lượng định mức của accu  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$  mang tính quy ước ứng với một chế độ phóng điện nhất định như chế độ 5 giờ, 10 giờ, 20 giờ phóng điện ở nhiệt độ  $+30^\circ C$ . Dung lượng của accu được đặc trưng cho phần gạch chéo (hình 2.4). Chế độ phóng ở đây là chế độ định mức nên dung lượng này chính bằng dung lượng định mức của accu.

$$Q_{dm} = Q = 5,4A \cdot 10h = 54Ah$$

Trên đồ thị (hình 2.6) biểu diễn sự thay đổi điện thế accu theo thời gian phóng trong trường hợp accu phóng với dòng điện lớn  $I = 3Q_{dm}$  (Chế độ khởi động) ở nhiệt độ  $+25^\circ C$  và  $-18^\circ C$ .

Các yếu tố ảnh hưởng tới dung lượng của accu:

- Khối lượng và diện tích chất tác dụng trên bản cực.
- Dung dịch điện phân.
- Dòng điện phóng.
- Nhiệt độ môi trường.
- Thời gian sử dụng.

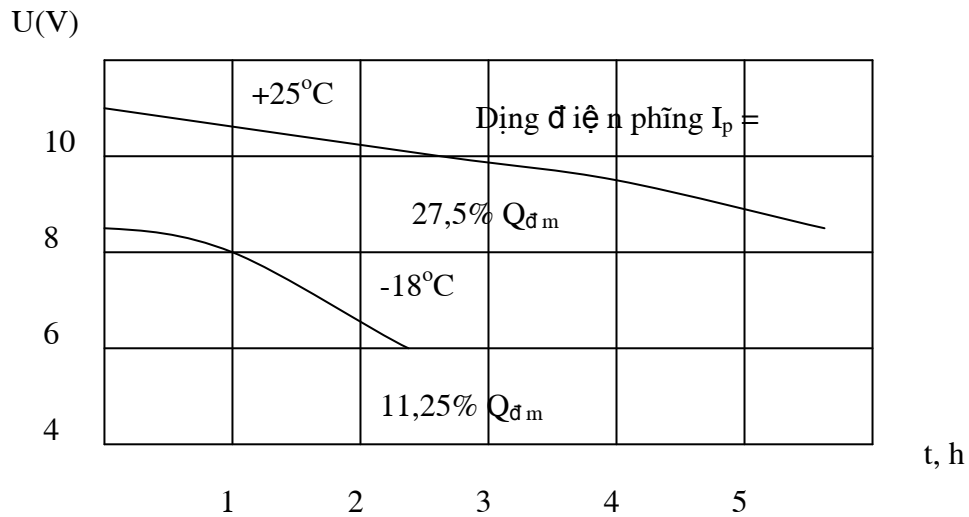
Dung lượng của accu phụ thuộc lớn vào dòng phóng. Phóng dòng càng lớn thì dung lượng càng giảm, tuân theo **định luật Peukert**.

$$I_p^n \cdot t_p = const \quad (2.10)$$

Trong đó:  $n$  là hằng số tùy thuộc vào loại accu ( $n = 1,4$  đối với accu chì)

Trên hình 2-5 trình bày sự phụ thuộc của dung lượng accu vào cường độ phóng. Từ hình 2-6 ta có thể thấy khi accu phóng điện ở nhiệt độ thấp thì điện dung của nó giảm nhanh. Khi nhiệt độ tăng thì điện dung cũng tăng. Nhưng khi nhiệt độ của dung dịch điện

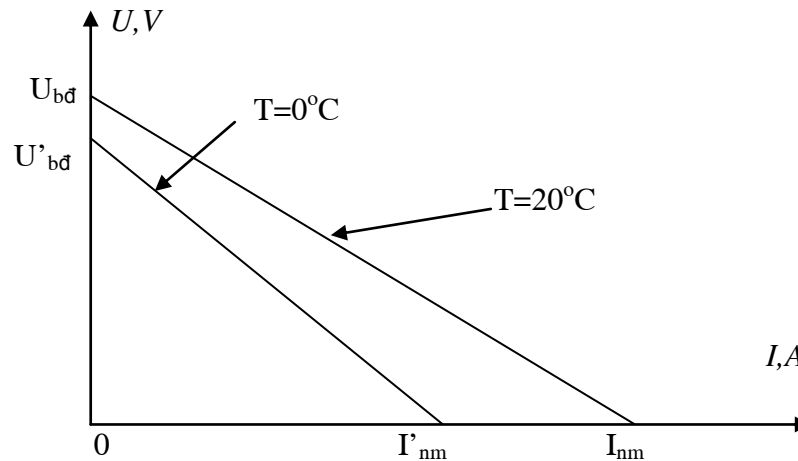
phân cao quá (lớn hơn  $+45^{\circ}\text{C}$ ) thì các tấm ngăn và bản cực rất mau hỏng, làm cho tuổi thọ của accu giảm đi nhiều.



Hình 2.6: **Đặc tuyến phóng của accu axit ở những nhiệt độ khác nhau**

### c. Đặc tuyến volt-ampere

Đặc tuyến VOLT-AMPERE của accu là mối quan hệ giữa hiệu điện thế của accu và cường độ dòng điện phóng ở nhiệt độ khác nhau.



Hình 2.7: **Đặc tuyến Volt – Ampere của accu**

Phương trình mô tả đặc tuyến Volt – Ampere của accu:  $U_a = U_{bd} - I_p R_a$

Trong đó:  $U_{bd}$  - ban đầu xác định theo công thức thực nghiệm.

$I_{nm}$  - dòng ngắn mạch lúc  $U_a = 0$ .

$$U_{bd} - I_{nm} R_a = 0$$

$$I_{nm} = U_{bd} / R_a \quad (2.11)$$

$$U_{bd} = n(2,02 + 0,00136t - 0,001\Delta Q_p).$$

$$I_{nm} = n_+ I_+.$$

$$I_+ = 2,24 + 1,75t - 0,4\Delta Q_p \quad (2.12)$$

$n$  : số ngăn accu.

$t$  : nhiệt độ của dung dịch điện phân ( $^{\circ}C$ ).

$\Delta Q_p$  : độ phóng điện accu ( $\%Q_p$ ).

$n_+$  : số bản cực (+) được ghép song song trong một ngăn.

$I_+$  : cường độ dòng điện đi qua một bản cực dương lúc ngắn mạch.

Từ đặc tuyến Volt – Ampere ta có thể xác định điện trở trong của accu:

$$R_a = \frac{U_{bd}}{I_{nm}}$$

#### d. Đặc tuyến làm việc của accu trên ô tô

Accu làm việc trên ô tô theo chế độ phóng nạp luân phiên tùy theo tải của hệ thống điện. Điện thế nạp ổn định nhờ có bộ tiết chế.

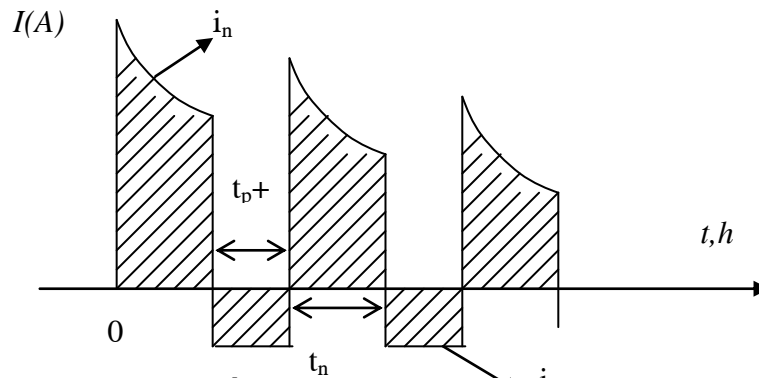
$$U_{mf} = 13,8 \text{ đến } 14,2V$$

$$I_n = (U_{mf} - U_a \uparrow) / \Sigma R \downarrow \quad (2.13)$$

$$\Sigma R = R_a + R_{dd} + R_{mf}$$

Trong đó:  $R_{dd}$  : điện trở dây dẫn.

$R_{mf}$  : điện trở các cuộn stator máy phát.



Hình 2.8: Chế độ phóng nạp của accu trên xe

Để đánh giá mức cân bằng năng lượng trên xe, người ta xem xét hệ số cân bằng:

$$K_{cb} = \frac{\eta \int_0^{t_n} i_n dt}{\int_0^{t_p} i_p dt}$$

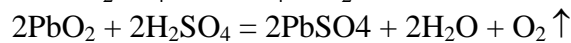
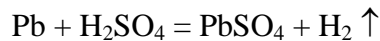
Nếu  $K_{cb} > 1$ : accu được nạp đủ.

Nếu  $K_{cb} < 1$ : accu bị phóng điện.

$\eta$ : hiệu suất nạp.

### 2.1.3.3 Hiện tượng tự phóng điện

Ở nhiệt độ cao sẽ xảy ra phản ứng dưới đây làm chì và oxít chì biến thành sunfat chì:



Dòng điện cục bộ trên các tấm bản cực do sự hiện diện của các ion kim loại, hoặc do sự chênh lệch nồng độ giữa lớp dung dịch lên trên và bên dưới accu, cũng làm giảm dung lượng accu. Do hiện tượng tự phóng điện, accu để lâu không sử dụng cũng sẽ dần dần hết điện.

### 2.1.4 Các phương pháp nạp điện cho accu

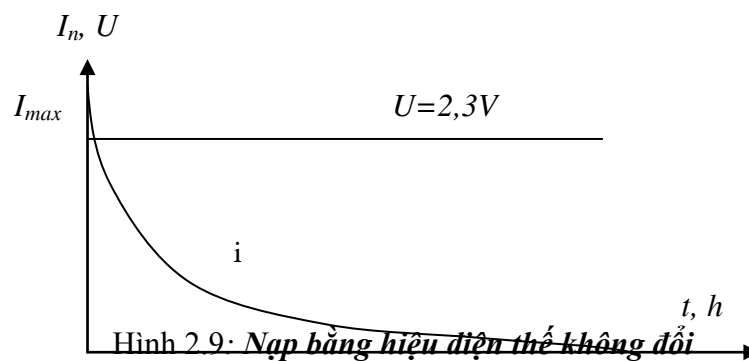
Có hai phương pháp nạp điện cho accu:

#### 2.1.4.1 Nạp bằng hiệu điện thế không đổi

Trong cách nạp này tất cả các accu được mắc song song với nguồn điện nạp và bảo đảm điện thế của nguồn nạp ( $U_{ng}$ ) bằng  $2,3V - 2,5V$  trên một accu đơn với điều kiện  $U_{ng} > U_a$ .

Cường độ dòng nạp thay đổi theo công thức:

$$I_n = (U_{ng} - E_a) / \Sigma R$$



$$I_{max} \approx 1 \div 1,5 Q_{dm}$$

Khi nạp,  $E_a$  tăng,  $I$  giảm nhanh theo đặc tuyến hyperbol.

**Nhược điểm của phương pháp nạp này là:**

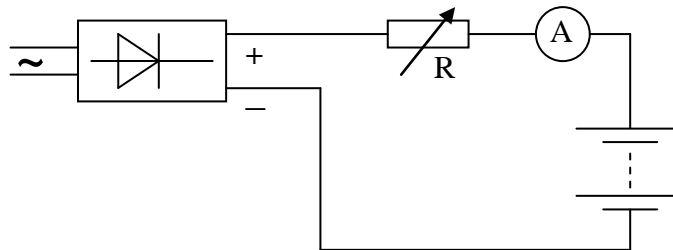
- Dòng điện nạp ban đầu rất lớn có thể gây hỏng bình accu.

- Dòng khi giảm về 0 thì accu chỉ nạp khoảng 90%.

#### 2.1.4.2 Phương pháp dòng không đổi

Theo cách này dòng điện nạp được giữ ở một giá trị không đổi trong suốt thời gian nạp bằng cách thay đổi giá trị điện trở của biến trở  $R$ . Thông thường người ta nạp bằng dòng có cường độ  $I_n = 0,1I_{đm}$ . Giá trị lớn nhất của biến trở  $R$  có thể xác định bởi công thức:

$$R = (U_{ng} - 2,6n) / 0,5I_n$$



Hình 2.10: Sơ đồ nạp accu với dòng không đổi

Theo phương pháp này tất cả các accu được mắc nối tiếp nhau và chỉ cần đảm bảo điều kiện tổng số các accu đơn trong mạch nạp không vượt quá trị số  $U_{ng}/2,7$ . Các accu phải có dung lượng như nhau, nếu không, ta sẽ phải chọn cường độ dòng điện nạp theo accu có điện dung nhỏ nhất và như vậy accu có dung lượng lớn sẽ phải nạp lâu hơn.

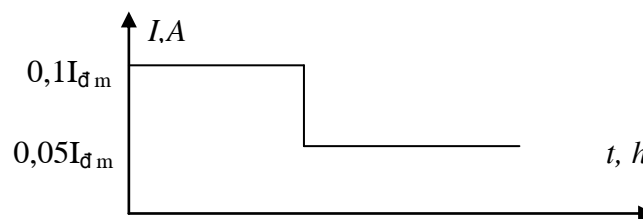
$n$  : số accu đơn mắc nối tiếp.

$0,5$  : hệ số dự trữ.

$U_{ng}$  : hiệu điện thế nguồn nạp.

#### 2.1.4.3 Phương pháp nạp hai nấc

Trong phương pháp này, đầu tiên người ta nạp accu với cường độ  $0,1I_{đm}$  khi accu bắt đầu sôi, giảm xuống còn  $0,05I_{đm}$ . Phương pháp nạp 2 nấc đảm bảo cho accu được nạp no hơn và không bị nóng.



Hình 2.11: Nạp 2 nấc

#### 2.1.4.4 Phương pháp nạp hỗn hợp

Đầu tiên, nạp bằng phương pháp hiệu điện thế không đổi và sau đó nạp bằng phương pháp dòng không đổi. Có thể nạp nhanh đối với bình bị cạn hết điện, nhưng phải giảm thời gian nạp.

#### 2.1.5 Chọn và bố trí accu

Để chọn accu ta dựa vào các ký hiệu ghi trên vỏ bình accu, trên các cầu nối giữa các ngăn hoặc trên nhãn hiệu đính ở vỏ bình, chủ yếu là dung lượng định mức của accu, và cường độ dòng lớn nhất mà accu có thể phóng mà dòng này phụ thuộc vào công suất của máy khởi động.

Accu thường đặt trước đầu xe, gần máy khởi động sao cho chiều dài dây nối từ máy khởi động đến accu không quá 1m. Điều này đảm bảo rằng độ sụt áp trên dây dẫn khi khởi động là nhỏ nhất. Nơi đặt accu không được quá nóng để tránh hỏng bình do nhiệt.

### 2.1.6. Các loại accu khác

Ngoài accu chì – axit còn có các loại accu kiềm khác như: Accu sắt –niken (Fe – Ni), accu cadimi – niken (Cd –Ni ) và accu bạc – kẽm (Ag – Zn). Trong đó hai loại đầu thông dụng hơn cả và đã được dùng để khởi động một số ô tô và máy kéo.

#### 2.1.6.1 Accu sắt – niken

Về cấu tạo, accu sắt – niken có thể chia thành hai loại: loại thỏi và loại không thỏi. Đối với accu loại thỏi, mỗi ngăn gồm mười hai bản cực dương và mười ba bản cực âm. Các bản cực cách điện với nhau bằng các que êbônit có đường kính 1,9 đến 2,0 mm. Các bản cùng dấu cũng được hàn vào các vấu cực và tạo thành các phân khối bản cực dương và các phân khối bản cực âm như accu axit. Phần nhô cao của vấu cực là cực của mỗi accu đơn. Từng khối bản cực được đặt trong các bình sắt có đồ dung dịch điện phân gồm dung dịch KOH với  $\rho = 1,20 \div 1,25 \text{ g/cm}^3$  và khoảng 18 ÷ 20 gam LiOH cho 1 lít dung dịch. Các bản cực được ngăn cách với vỏ bình bằng lớp nhựa vinhiplat.

Bản cực accu kiềm loại thỏi được chế tạo bằng cách ghép hàng loạt thỏi chất tác dụng lại với nhau. Để đảm bảo độ cứng vững và tiếp xúc tốt, người ta kẹp chặt đầu thỏi bằng cách đập chặt với tai bản cực. Mỗi thỏi chất tác dụng gồm một hộp nhỏ bằng thép lá chứa chất tác dụng. Chất tác dụng ở bản cực âm là bột sắt đặc biệt thuần khiết, còn ở bản cực dương là hỗn hợp 75% NiO.OH và 25% bột than hoạt tính.

Mỗi ngăn có nút và nắp riêng. Vì sức điện động của mỗi accu đơn chỉ bằng 1,38V nên muốn có bình accu 12V, người ta phải ghép nối tiếp 9 ngăn accu đơn lại với nhau, tạo thành 3 tốp accu. Như vậy trọng lượng của mỗi bình accu kiềm nặng hơn bình accu axit khá nhiều, mặc dù cùng thể hiệu.

Loại accu không phân thỏi được chế tạo theo kiểu ép bột kim loại có cấu trúc xốp mịn. Chất tác dụng được ép vào trong các lỗ nhỏ trên bề mặt phân nhánh của các bản cực. Kết cấu như vậy cho phép giảm trọng lượng của bình accu xuống 1,4 ÷ 1,6 lần so với loại thỏi.

#### 2.1.6.2 Accu Cadimi - Niken

Loại accu này chỉ khác loại accu sắt - niken về thành phần hóa học của chất tác dụng ở bản cực âm, còn cấu tạo và quá trình hóa học của accu cadimi - niken tương tự như accu sắt - niken.

#### 2.1.6.3 Accu Bạc - Kẽm

Đây là loại accu có hệ số hiệu dụng trên một đơn vị trọng lượng và trên một đơn vị thể tích lớn hơn hai loại trên, nhưng vì bạc chiếm tới 30% trọng lượng chất tác dụng nên việc sử dụng chúng trên ô tô hiện nay là không thực tế. Các cực của accu này là kẽm và oxit bạc, còn dung dịch điện phân, cũng giống như trong các accu khác là KOH. Một trong những ưu điểm quan trọng của accu loại này là với kích thước không lớn lắm, chúng có thể cho dòng lớn. Nhược điểm của nó là tuổi thọ ngắn.

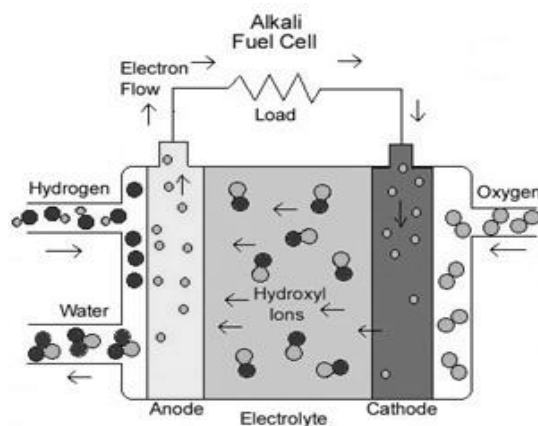
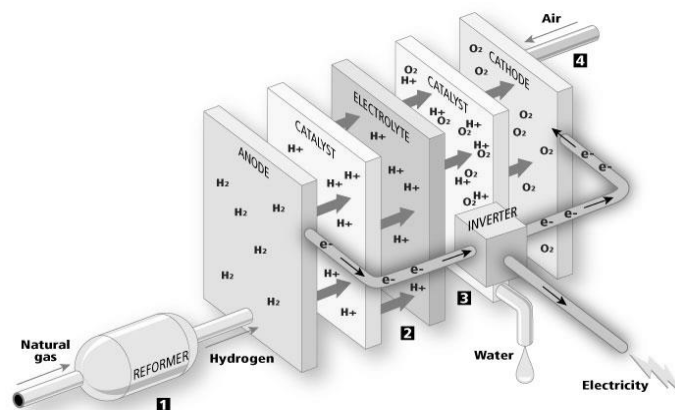


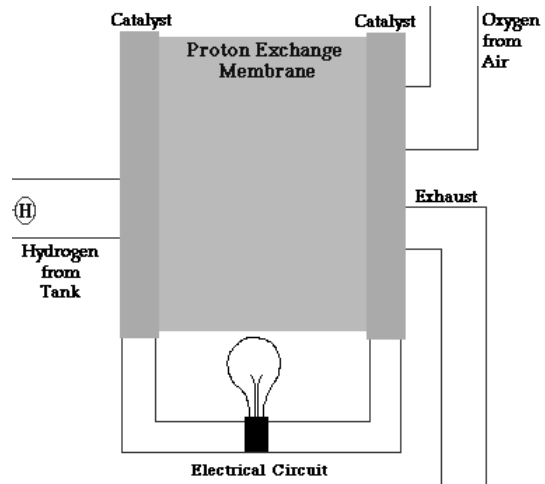
**Bảng 2.1 Điện áp và năng lượng riêng của một số loại accu**

Loại accu	Điện áp trên một ngăn	Năng lượng riêng
Accu chì – axit	2.0V	30Wh/ Kg
Sắt – Niken/ cađimi	1.22V	45Wh/ Kg
Niken – kim loại – hydrat	1.2V	50 – 80 Wh/ Kg
Natri – lưu huỳnh	2.0 – 2.5V	90 – 100 Wh/ Kg
Natri – niken – clorua	2.58V	90 – 100 Wh/ Kg
Lithium	3.5V	100 Wh/ Kg
Pin nhiên liệu H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>	~30V	500 Wh/ Kg

**2.1.6.4 Pin nhiên liệu (fuel cell)**

Trong những năm gần đây xuất hiện một dạng pin mới – đó là pin nhiên liệu. Loại pin này đang được nghiên cứu và đã bắt đầu tìm thấy ứng dụng trên một số ô tô điện. Trên hình 2.12, 2.13, 2.14 trình bày một số dạng pin nhiên liệu thường gặp. Nguyên lý của pin nhiên liệu dựa vào việc tách electron của nguyên tử hydro để biến thành dòng điện bằng các phương pháp khác nhau.

**Hình 2.12: Sơ đồ nguyên lý pin nhiên liệu dạng kiềm****Hình 2.13: Sơ đồ pin nhiên liệu dùng khí đốt**



Hình 2.14: Sơ đồ pin nhiên liệu dùng hydro

## 2.2. Máy phát điện

### 2.2.1. Nhiệm vụ phân loại, yêu cầu

Để cung cấp năng lượng cho các phụ tải trên ô tô, cần phải có bộ phận tạo ra nguồn năng lượng có ích. Nguồn năng lượng này được tạo ra từ máy phát điện trên ô tô. Khi động cơ hoạt động, máy phát cung cấp điện cho các phụ tải và nạp điện cho accu. Để bảo đảm toàn bộ hệ thống hoạt động một cách hiệu quả, an toàn, năng lượng đầu ra của máy phát (nạp vào accu) và năng lượng yêu cầu cho các tải điện phải thích hợp với nhau.

Yêu cầu đặt ra cho máy phát phụ thuộc vào kiểu và cấu trúc máy phát lắp trên xe hơi, được xác định bởi việc cung cấp năng lượng điện cho các tải điện và accu. Có hai loại máy phát: máy phát một chiều (*generator*) và máy phát điện xoay chiều (*alternator*). Các máy phát một chiều được sử dụng trên xe thể hệ cũ nên trong quyển sách này không đề cập đến.

#### 1. Nhiệm vụ

Máy phát điện xoay chiều là nguồn năng lượng chính trên ô tô. Nó có nhiệm vụ cung cấp điện cho các phụ tải và nạp điện cho accu trên ô tô. Nguồn điện phải bảo đảm một hiệu điện thế ổn định ở mọi chế độ phụ tải và thích ứng với mọi điều kiện môi trường làm việc.

#### 2. Yêu cầu

Máy phát phải luôn tạo ra một hiệu điện thế ổn định (13,8V – 14,2V đối với hệ thống điện 14V) trong mọi chế độ làm việc của phụ tải. Máy phát phải có cấu trúc và kích thước nhỏ gọn, trọng lượng nhỏ, giá thành thấp và tuổi thọ cao. Máy phát cũng phải có độ bền cao trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm lớn, có thể làm việc ở những vùng có nhiều bụi bẩn, dầu nhớt và độ rung động lớn. Việc duy tu và bảo dưỡng càng ít càng tốt.

#### 3. Những thông số cơ bản hệ thống cung cấp điện

**Hiệu điện thế định mức:** Phải bảo đảm  $U_{dm} = 14V$  đối với những xe sử dụng hệ thống điện 12V,  $U_{dm} = 28V$  đối với những xe sử dụng hệ thống điện 24V.

**Công suất máy phát:** Phải đảm bảo cung cấp điện cho tất cả các tải điện trên xe hoạt động. Thông thường, công suất của các máy phát trên ô tô hiện nay vào khoảng  $P_{mf} = 700 - 1500W$ .

**Dòng điện cực đại:** Là dòng điện lớn nhất mà máy phát có thể cung cấp  $I_{max} = 70 - 140A$ .

**Tốc độ cực tiểu và tốc độ cực đại của máy phát:**  $n_{max}$ ,  $n_{min}$  phụ thuộc vào tốc độ của động cơ đốt trong.

$$n_{min} = n_i \times i$$

Trong đó:  $i$  - tỉ số truyền

$n_i$  - tốc độ cam chùng của động cơ

$$i = 1,5 - 2.$$

Hiện nay trên xe đời mới sử dụng máy phát cao tốc nên tỉ số truyền  $i$  cao hơn.

**Nhiệt độ cực đại của máy phát  $t'_{max}$ :** là nhiệt độ tối đa mà máy phát có thể hoạt động.

**Hiệu điện thế hiệu chỉnh:** là hiệu điện thế làm việc của bộ tiết chế  $U_{hc} = 13,8 - 14,2V$ .

## 4. Sơ đồ tổng quát, sơ đồ cung cấp điện và phân bố tải

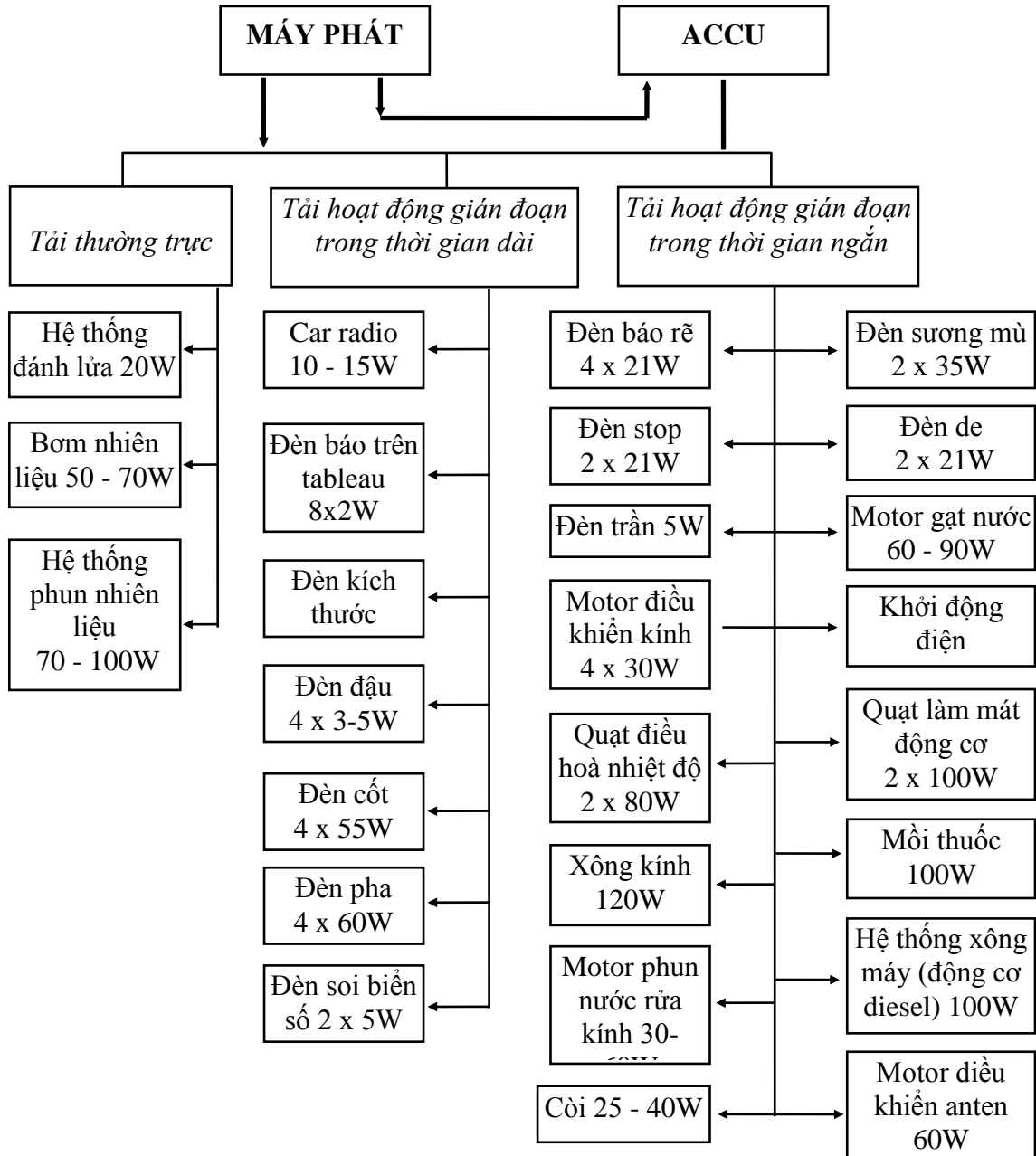
---

### a Sơ đồ tổng quát và sơ đồ cung cấp điện

---

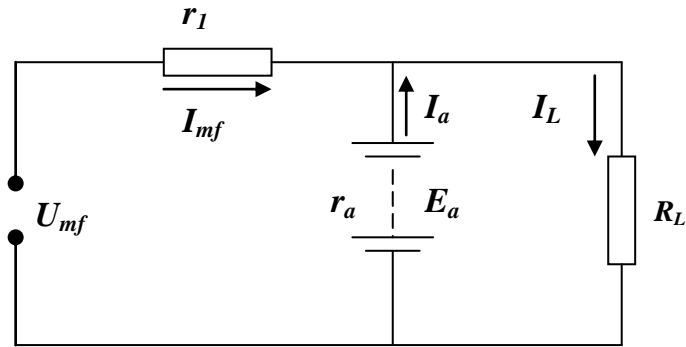
### Sơ đồ các tải công suất điện trên ô tô

Phụ tải điện trên ô tô có thể chia làm 3 loại: tải thường trực là những phụ tải liên tục hoạt động khi xe đang chạy, tải gián đoạn trong thời gian dài và tải gián đoạn trong thời gian ngắn. Trên hình 4.2 trình bày sơ đồ phụ tải điện trên ô tô hiện đại.



Hình 4.2: Sơ đồ phụ tải điện trên ô tô

**b Chế độ làm việc giữa accu - máy phát và sự phân bố tải**



Hình 4.3: Sơ đồ tính toán hệ thống cung cấp điện

Sự phân bố tải giữa máy phát và accu được thể hiện trên hình 4.3.

Theo định luật **Kirchhoff** ta có thể viết:

$$U_{mf} = r_1 \cdot I_{mf} + I_L \cdot R_L \tag{4.1}$$

$$E_a = r_a \cdot I_a + I_L \cdot R_L \tag{4.2}$$

$$I_L = I_a + I_{mf} \tag{4.3}$$

Hay  $r_1 \cdot I_{mf} + 0 \cdot I_a + I_L \cdot R_L = U_{mf}$

$$0 \cdot I_{mf} + r_a \cdot I_a + I_L \cdot R_L = E_a$$

$$I_{mf} + I_a - I_L = 0$$

- Trong đó:
- $I_{mf}$  : dòng điện máy phát.
  - $E_a, r_a$  : sức điện động và điện trở trong của accu.
  - $R_L$  : điện trở tương đương các phụ tải điện.
  - $I_L$  : dòng điện qua các phụ tải.
  - $I_a$  : dòng điện nạp vào accu.
  - $r_1$  : điện trở các cuộn dây máy phát và dây dẫn.

Căn cứ vào biểu thức của các cường độ dòng điện nêu trên, ta có thể chia sự phân tải giữa máy phát và accu làm ba chế độ:

**Chế độ thứ nhất:** đây là chế độ không tải ứng với trường hợp không mắc điện trở ngoài (máy phát chạy không tải). Khi đó  $R_L \rightarrow \infty \rightarrow I_L = 0$ . Ở chế độ này, máy phát chủ yếu nạp cho accu và dòng điện nạp phụ thuộc vào sự chênh lệch giữa hiệu điện thế hiệu chỉnh của máy phát và sức điện động của accu.

$$I_{mf} = \frac{U_{mf} - E_a}{r_a + r_1}$$

$$I_a = \frac{E_a - U_{mf}}{r_a + r_1}$$

**Chế độ thứ hai:** là chế độ tải trung bình. Khi các phụ tải điện đang hoạt động có điện trở tương đương  $R_L < \infty$ , sao cho  $I_L < I_{mf}$ , máy phát sẽ đảm nhận nhiệm vụ cung cấp

điện cho các phụ tải này và dòng nạp sẽ giảm. Ở chế độ này, máy phát cung cấp điện cho hai nơi: một phần cho accu và một phần cho phụ tải.

Khi điện trở tương đương của các phụ tải đạt giá trị  $R_L = \frac{E_a \cdot r_1}{U_{mf} - E_a}$  thì dòng nạp bằng không

**Chế độ thứ ba:** là chế độ quá tải xảy ra trong trường hợp mở quá nhiều phụ tải. Khi đó  $R_L \rightarrow 0$ . Nếu điện trở tương đương của các phụ tải điện đang làm việc  $R_L < (E_a \cdot r_1) / (U_{mf} - E_a)$ , accu bắt đầu phóng điện, hỗ trợ một phần điện năng cho máy phát.

## 2.2.2. Máy phát điện xoay chiều

### 2.2.2.1. Sơ đồ cấu tạo

#### A. Phân loại

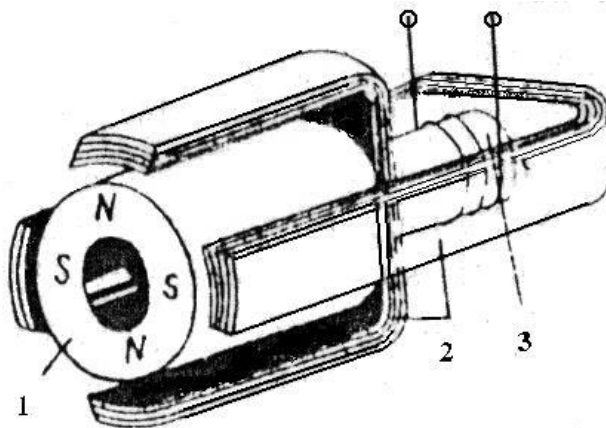
Trong hệ thống điện ô tô hiện nay thường sử dụng ba loại máy phát điện xoay chiều sau:

- Máy phát điện xoay chiều kích thích bằng nam châm vĩnh cửu, thường được sử dụng trên các xe gắn máy.
- Máy phát điện xoay chiều kích thích bằng điện từ có vòng tiếp điện, sử dụng trên các ô tô.
- Máy phát điện xoay chiều kích thích bằng điện từ không có vòng tiếp điện sử dụng chủ yếu trên máy kéo và các xe chuyên dụng.

#### B. Đặc điểm cấu tạo

##### a. Máy phát kích từ bằng nam châm vĩnh cửu

Phần lớn máy phát điện xoay chiều kích thích bằng nam châm vĩnh cửu đang được sử dụng đều có rotor là nam châm quay. Mạch từ của máy phát này khác nhau chủ yếu ở kết cấu của rotor và có thể chia làm bốn loại chính: rotor nam châm tròn, rotor nam châm hình sao với má cực hoặc không má cực, rotor hình móng và rotor nam châm xếp. Đơn giản nhất là loại rotor nam châm tròn.



Hình 4.4: Mạch từ của máy phát điện rotor nam châm tròn

1. Nam châm vĩnh cửu; 2. Cực từ thép; 3. Cuộn dây stator.

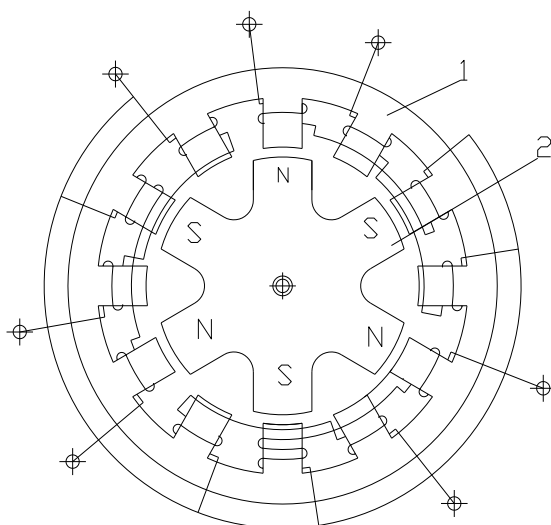
Ưu điểm của loại này là chế tạo đơn giản, còn nhược điểm là hiệu suất mạch từ rất thấp. Rotor loại này chỉ ứng dụng trong các máy phát điện công suất không quá 100VA (thường cho xe đạp và xe gắn máy). Các máy phát điện xoay chiều với rotor nam châm hình sao loại có cực ở stator và không có má cực ở rotor thông dụng hơn cả.

Việc chế tạo các máy phát điện có các má cực ở stator khá đơn giản. Stator có thể có 6 hoặc 12 cực, còn rotor thường là nam châm có 6 cực.

Nhược điểm: khó nạp từ cho rotor, độ bền cơ khí kém. Với kết cấu mạch từ như vậy góc lệch pha sẽ là  $90^\circ$  và máy phát điện có khả năng làm việc như máy phát điện 2 pha.

Rotor nam châm hình sao loại này được ứng dụng chủ yếu trong các máy phát điện của máy kéo công suất nhỏ.

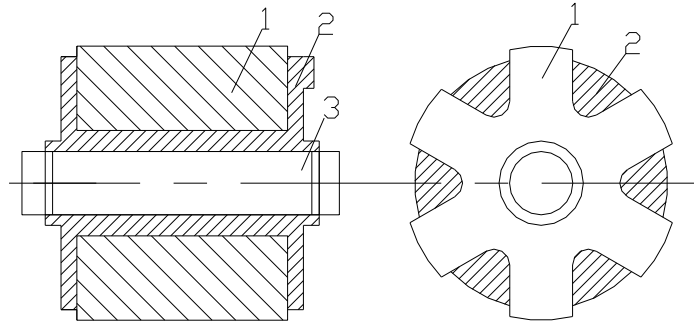
Ngoài ra có thể gặp những máy phát điện mà rotor của chúng có phần má cực bằng thép ở đầu các cánh nam châm. Trong những máy phát điện như vậy, tác dụng khử từ do phản từ phân ứng gây nên cũng ít hơn loại không có má cực. Kết cấu rotor có má cực còn cho phép tăng chiều dài má cực, tiết kiệm dây đồng, giảm được trọng lượng vaø kích thước của maùy phaut ñieän coù theå lòun hôn.



1. Stator; 2. Rotor.

Hình 4.5: **Mạch từ máy phát điện loại kích thích bằng nam châm vĩnh cửu**

Việc phát hiện ra những vật liệu nam châm mới có lực từ lớn cho phép tăng công suất của các máy phát điện kích thích bằng nam châm vĩnh cửu mà, trong một số trường hợp chúng có thể thay thế các máy phát điện xoay chiều kích thích kiểu điện từ. Với những vật liệu này người ta có thể chế tạo những rotor hình móng. Đó là nam châm tron ñược nạp cực theo chiều trục. Ở hai đầu của nó người ta đặt hai tấm bích làm bằng thép ít cacbon có các móng bố trí sao cho các móng của hai tấm bích xen kẽ nhau. Hai tấm bích này sẽ chịu ảnh hưởng của hai cực từ khác dấu (N và S) ở hai mặt bên của nam châm và các móng của tấm bích cũng mang dấu của từ trường đó, sẽ trở thành những cực từ xen kẽ nhau ở rotor. Để tránh mất mát từ trường, trục rotor được chế tạo bằng thép không dẫn từ.

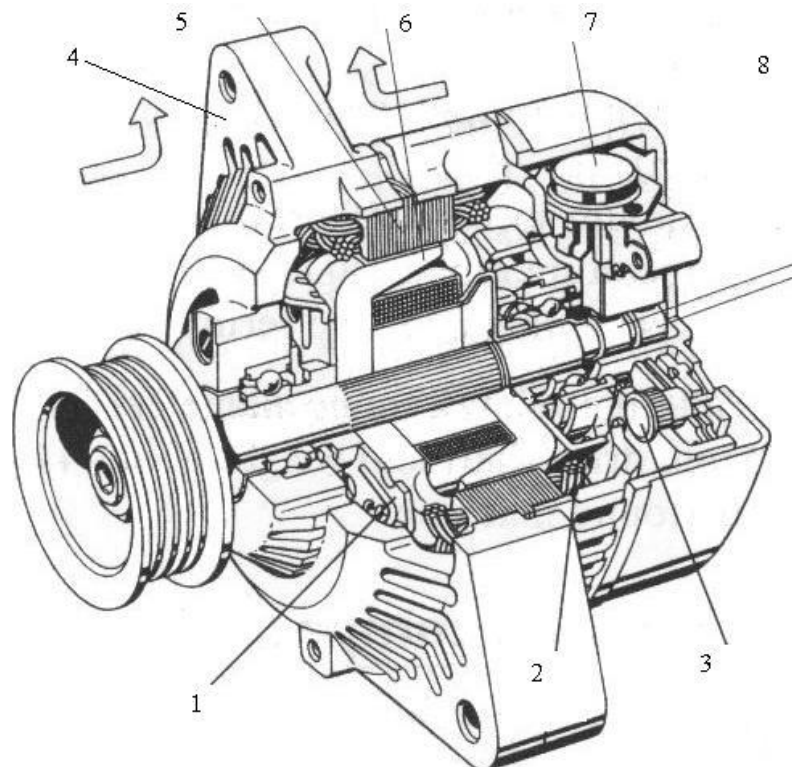


Hình 4.6: **Rotor nam châm hình sao loại không có má cực**  
1. Nam châm hình sao; 2. Hộp kim không dẫn từ; 3. Trụ rotor.

Rotor hình móng có nhiều ưu điểm như: nắp từ có thể tiến hành sau khi đã lắp ghép và từ trường phân bố đều hơn; vận tốc tiếp tuyến của rotor hình móng có thể đạt tới  $100m/s$ . Hơn nữa, có thể lắp hàng loạt nam châm trên trụ và, bằng cách này, có thể giảm trị số từ thông quy định cho mỗi nam châm đến hai lần hoặc hơn, tùy thuộc vào số nam châm; giảm đường kính của các nam châm, tăng công suất của các máy phát điện rotor hình móng.

#### b. Máy phát kích từ kiểu điện từ loại có có vòng tiếp điện (có chổi than)

Máy phát điện loại này gồm có 3 phần chính là stator, rotor và bộ chỉnh lưu.

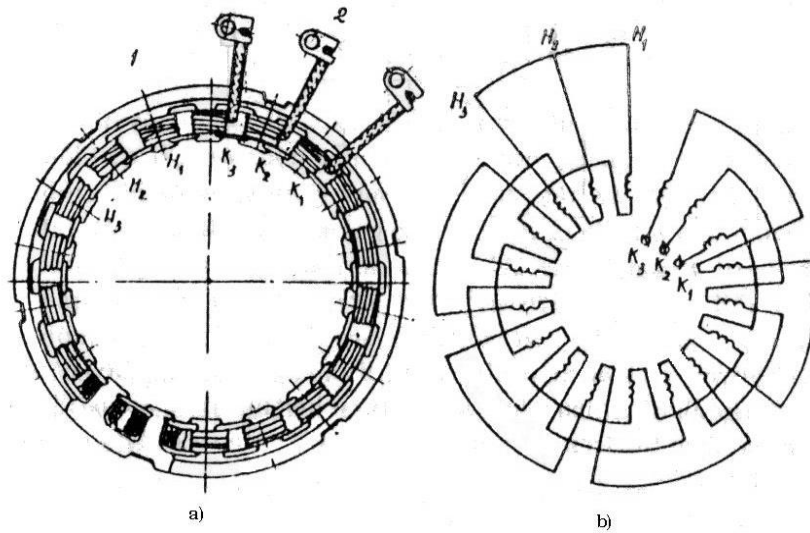


Hình 4.7: **Cấu tạo máy phát điện xoay chiều kích thích kiểu điện từ**  
1,2. Quạt làm mát; 3. Bộ chỉnh lưu; 4. Vỏ; 5. Stator; 6. Rotor;  
7. Bộ tiết chế và chổi than; 8. Vòng tiếp điện

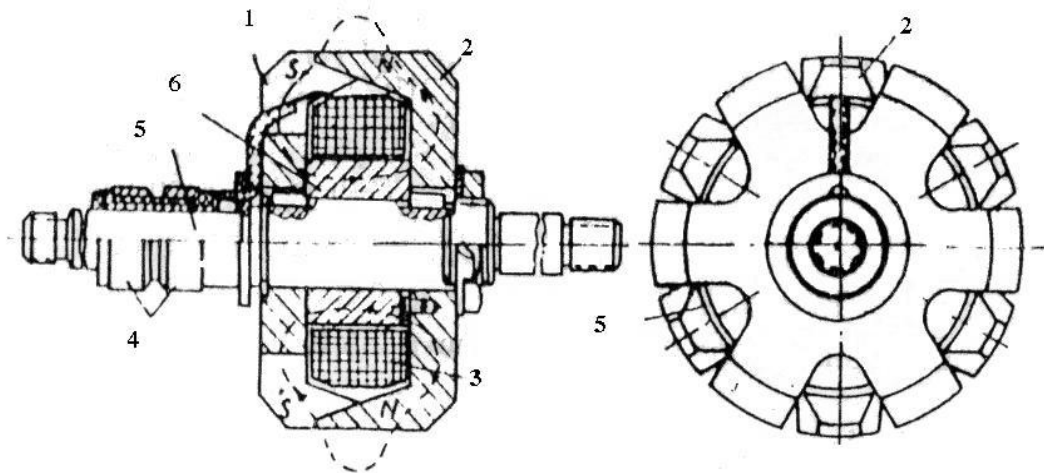
**Stator:** gồm khối thép từ được lắp ghép bằng các lá thép ghép lại với nhau, phía trong có xẻ rãnh đều để xếp các cuộn dây phần ứng. Cuộn dây stator có 3 pha mắc theo kiểu hình sao, hoặc theo kiểu hình tam giác (Hình 4.8).



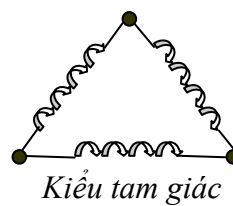
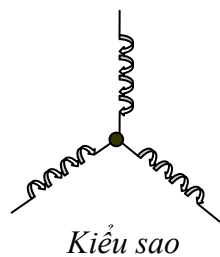
Hình 4.8: Các kiểu đấu dây



Hình 4.9: **Stator của máy phát điện xoay chiều**  
 a. Bố trí chung: 1. Khối thép từ stator; 2. Cuộn dây 3 pha stator.  
 b. Sơ đồ cuộn dây ba pha mắc theo hình sao.



Hình 4.10: **Rotor máy phát điện xoay chiều kích thích bằng điện từ có vòng tiếp điểm**  
 1. Chùm cực từ tính S; 2. Chùm cực từ tính N; 3. Cuộn dây kích thích;  
 4. Các vòng tiếp điện; 5. Trục rotor; 6. Ống thép từ.



**Rotor:** bao gồm trục 5 và ở phía cuối trục có lắp các vòng tiếp điện 4, còn ở giữa có lắp hai chum cực hình móng 1 và 2. Giữa hai chum cực là cuộn dây kích thích 3 được quấn trên ống thép dẫn từ 6. Các đầu dây kích thích được hàn vào các vòng tiếp điện (hình 4.10).

Khi có dòng điện một chiều đi qua cuộn dây kích thích  $W_{kt}$  thì cuộn dây và ống thép dẫn từ trở thành một nam châm điện mà hai đầu ống thép là hai từ cực khác dấu. Dưới ảnh hưởng của các từ cực, các móng trở thành các cực của rotor, giống như cách tạo cực của loại rotor hình móng với nam châm vĩnh cửu.

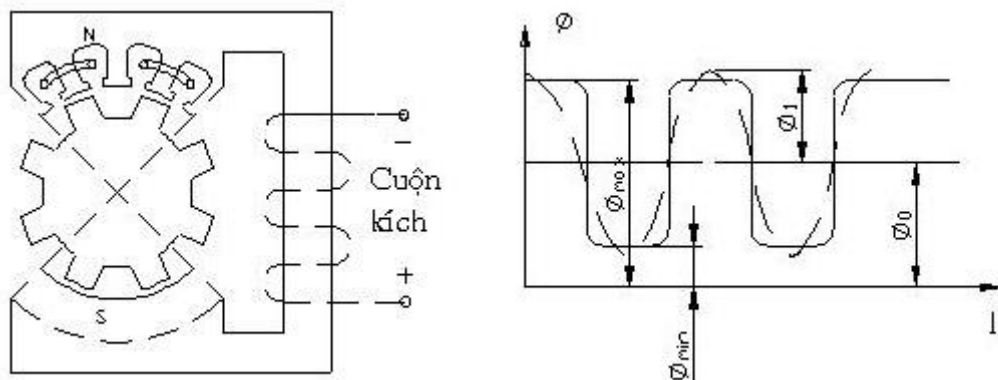
### c. Máy phát kích từ kiểu điện từ không có vòng tiếp điện

#### \* Cơ sở lý thuyết và nguyên lý hoạt động

Vòng tiếp xúc và chổi than làm hạn chế tuổi thọ của máy phát. Nếu bỏ đi vòng tiếp xúc và chổi thì tuổi thọ của máy phát sẽ tăng lên và chỉ phụ thuộc vào sự mài mòn của các ổ đỡ và sự lão hóa của lớp vỏ cách điện của các cuộn dây. Các máy phát không có chổi than gọi là máy phát không tiếp điểm (không có vòng tiếp điện). Các loại máy phát này rất cần thiết cho ô tô và máy kéo làm việc ở vùng đầm lầy hoặc nhiều bụi.

Nguyên lý làm việc của máy phát loại này như sau:

Ta sẽ xem xét một nam châm điện cùng với rotor quay (hình 4.11) được kết hợp bằng lõi sắt chế tạo từ thép từ mềm và một cuộn kích trong đó có dòng điện một chiều. Các đầu cực nam châm điện có dạng hình trụ được khoét rãnh: giữa các cực rotor ở dạng bánh xích làm bằng thép từ mềm.



Hình 4.11: **Sơ đồ máy phát xoay chiều không chổi than và sự thay đổi từ thông**

Giả thiết rằng: trên chiều dài của cung rãnh nam châm điện (stator) có một số răng của rotor chẵn, bước răng của stator  $tz_1$  và của rotor  $tz_2$  có quan hệ  $tz_1 = tz_2/2$  và ở rãnh stator ta đặt cuộn dây có bước bằng độ chia răng của stator.

Nếu độ mở của rãnh nhỏ thì khi rotor quay, tổng từ trở của mạch từ không đổi. Vì vậy khi sức từ động  $F_k$  của cuộn kích thích không đổi thì từ thông qua toàn bộ mạch từ cũng không đổi. Không phụ thuộc vào vị trí của rotor, phần lớn từ thông sẽ đi qua các răng của rotor và chỉ có một phần nhỏ là qua rãnh. Trên hình 4.11b mô tả hình trái của nam châm điện theo khe hở (phần che khuất của rãnh stator được bỏ qua).

Khi rotor quay, vị trí các răng của nó so với các răng của stator sẽ thay đổi và từ thông qua mỗi một răng của stator sẽ giảm xuống một cách tuần hoàn từ cực đại (tâm của các răng trùng nhau) đến cực tiểu (tâm răng stator trùng tâm rãnh rotor). Sự thay đổi của từ thông trong các răng của stator làm do sự xuất hiện sức điện động trong cuộn ứng. Cuộn dây trên các răng stator là cuộn dây phần ứng.

Đường cong từ thông trong khe hở không khí chiều dài  $l$  của đường tròn phần ứng đối với từng vị trí đã lựa chọn của rotor được thể hiện trên hình 4.16b. Rõ ràng là hàm  $\Phi = f(l)$  – đối xứng với trục  $Oy$ . Vì vậy, khi viết dưới dạng chuỗi Fourier, ta có dạng:

$$\Phi = \Phi_0 + \Phi_1 \cos l + \Phi_3 \cos 3l + \Phi_5 \cos 5l + \dots$$

Trong đó:

$\Phi_0$  - Thành phần cố định của từ thông  $\Phi_0 = 0,5(\Phi_{max} + \Phi_{min})$ .

$\Phi_1$  - Biên độ của sóng đa hài bậc nhất bằng  $0,5(\Phi_{max} - \Phi_{min})$ .

Nếu bỏ qua các sóng đa hài bậc cao, ta được:

$$\Phi = \Phi_0 + \Phi_1 \cos l.$$

Khi rotor quay với vận tốc  $\omega = 2\pi f$  thì sự thay đổi của từ thông trong rãnh là:

$$\Phi = \Phi_0 + \Phi_1 \cos \omega t.$$

Sự thay đổi của từ thông tại răng stator tạo ra một sức điện động trong cuộn dây nằm trên răng là:

$$e_{ke} = \omega_k \cdot d\Phi/dt.$$

Trong đó:  $\omega_\Phi$  - Số vòng dây trong cuộn dây.

Giá trị tức thời của sức điện động tại pha cuộn ứng:

$$e_\Phi = \omega_\Phi \cdot d\Phi/dt = \omega k_{01} \omega_\Phi \Phi_1 \sin \omega t = E_m \sin \omega t.$$

Trong đó:

$\omega_\Phi$  - Số vòng dây trong pha, bằng  $Z_s \omega_k$

$E_m$  - Biên độ của sức điện động pha, bằng  $\omega k_{01} \omega_\Phi \Phi_1$ .

$Z_s$  - Số cuộn dây mắc nối tiếp ở pha.

Giá trị sức điện động hiệu dụng của pha khi có xem xét đến dạng thực của từ thông trong khe hở:

$$E_\Phi = 4k_\Psi k_{01} \frac{Z_2 n}{60} \omega_\Phi 0,5(\Phi_{max} - \Phi_{min}) = 2k_\Psi k_{01} \frac{Z_2 n}{60} \omega_\Phi (\Phi_{max} - \Phi_{min})$$

Khi thiết kế máy phát cần giảm  $\Phi_{min}$ , tức  $\Phi_{min} \rightarrow 0$ , lúc đó:

$$E_\Phi = 2k_\Psi k_{01} \frac{Z_2 n}{60} \omega_\Phi \Phi_{max} \quad (4.8)$$

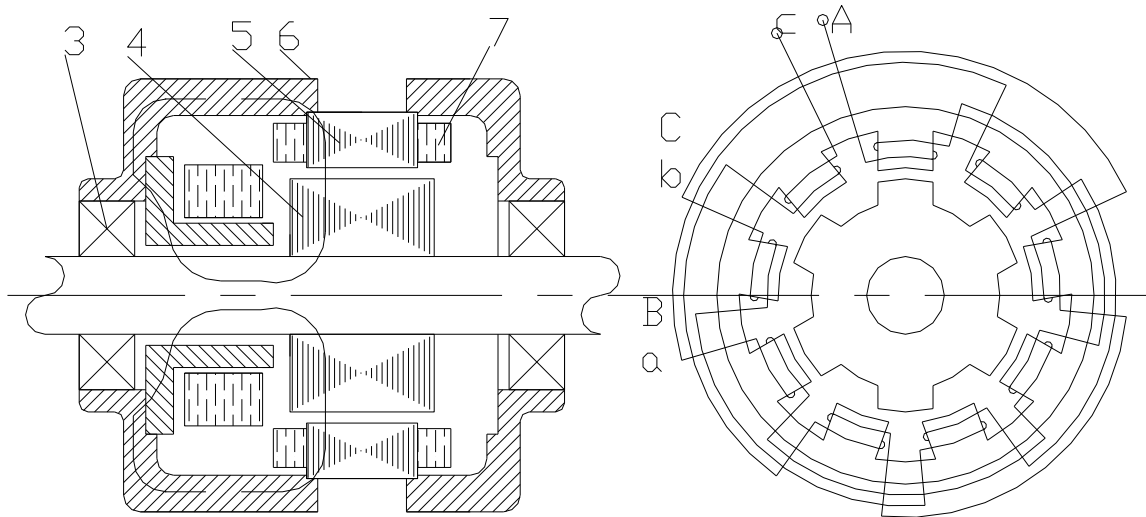
Như vậy: khi rotor quay, trong các vòng của cuộn dây stator sẽ cảm ứng một sức điện động xoay chiều có tần số biến đổi tỉ lệ với vận tốc rotor.

Như vậy: máy phát không tiếp điểm hay còn gọi là máy phát điện cảm ứng là máy mà từ thông chính ở điểm bất kỳ stator chỉ thay đổi về giá trị mà không thay đổi về dấu.

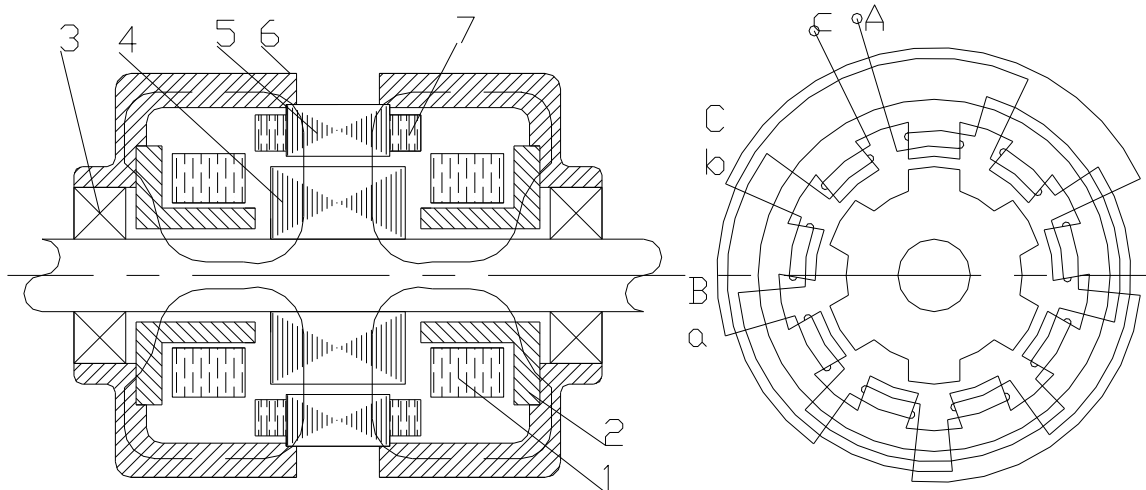
Nếu như lấy đặc điểm mạch từ của phần ứng làm tiêu chuẩn phân loại thì máy phát điện cảm ứng có thể được chia làm loại kích thích dọc trục (cuộn kích nằm dọc trục máy) và loại kích thích hướng tâm (cuộn kích nằm dọc theo các đường kính). Sự phân bố của các cuộn kích thích sẽ có ảnh hưởng lớn lên kết cấu của máy phát cũng như lên các đặc tính và tính chất của nó. Hiện nay, người ta thường dùng loại kích thích dọc trục (trên các máy kéo).

\* **Kết cấu máy phát cảm ứng**

Dưới đây là các sơ đồ kết cấu của máy phát cảm ứng kích thích dọc trục: kích thích một phía (Hình 4.12) và hai phía (Hình 4.13).



Hình 4.12: **Kết cấu máy phát kích thích một phía**



Hình 4.13: **Kết cấu máy phát kích thích hai phía**

1. Cuộn kích; 2. Ống lót; 3. Trục; 4. Rotor; 5. Lõi thép stator; 6-Nắp bằng thép từ;  
7- Cuộn pha; 8- Nắp nhôm; A,B,C- Đầu các pha; a,b,c- Cuối các pha.

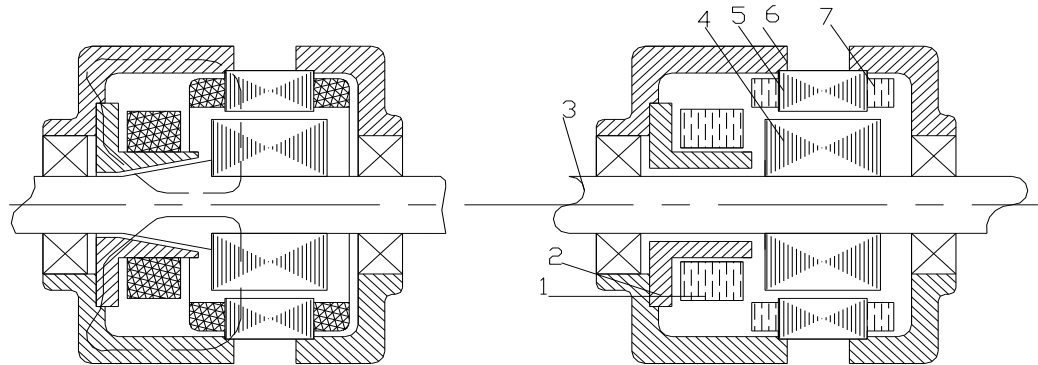
Trên trục 3 của máy phát người ta ép một bánh xích 6 răng chế tạo từ vật liệu sắt từ. Trục cùng ổ lăn được đặt ở nắp 6. Ở máy phát kích thích hai phía thì cả 2 nắp làm từ vật liệu sắt từ. Tại các nắp đây này có ống lót dạng mặt bích 2 (bạc lót này được lắp kín chặt (có độ hở theo mặt bích nhỏ) để có thể bỏ qua). Các bạc lót này được lắp trên trục 3 có khe hở giữa chúng là  $\delta = 0,15 \div 0,30 \text{ mm}$ .

Lõi phản ứng 5 (của stator) được hình thành từ các tấm thép kỹ thuật điện có 9 rãnh phân bố đều nhau. Các rãnh của phần ứng dạng hở. Tại các rãnh của phần ứng có cuộn dây ba pha 7. Các cuộn dây ở một pha được mắc nối tiếp nhau, còn chính các pha được đấu dạng tam giác.

Nắp đây 6 được chế từ vật liệu từ tính, còn nắp kia từ hợp kim nhôm.

Cuộn kích thích 1 sẽ tạo nên từ thông trong mạch từ. Khi rotor quay thì từ thông này sẽ trở thành không đổi về trị số và chiều. Từ thông sẽ được khép mạch khi đi qua khe hở giữa ống lót 2 và trục 3, theo trục 3, qua bánh xích 4, qua khe hở công tác rotor và stator 5, qua nắp từ 6 và ống lót 2.

Đường đi và hướng của từ thông được thể hiện bởi đường gạch và các mũi tên. Do khi trục rotor quay thì từ thông chỉ thay đổi về trị số tại các răng của rotor và cụm stator, nên các đoạn này của mạch từ được chế tạo từ các tấm sắt từ mềm chiều dày 0,5 - 1 mm. Từ thông tại các nắp đậy, ống lót, trục sẽ hầu như không thay đổi. Vì vậy, chúng được chế tạo từ thép lá sắt từ mềm có chiều dày 12 ÷ 25mm.



Hình 4.14: Cấu tạo máy phát xoay chiều không chổi than

Nhằm tăng công suất trên một đơn vị khối lượng của máy phát người ta chế tạo máy phát cảm ứng dạng kích thích một phía dùng ống lót mặt bích dạng nón và trục dạng côn, có kết cấu được thể hiện trên hình 4.14.

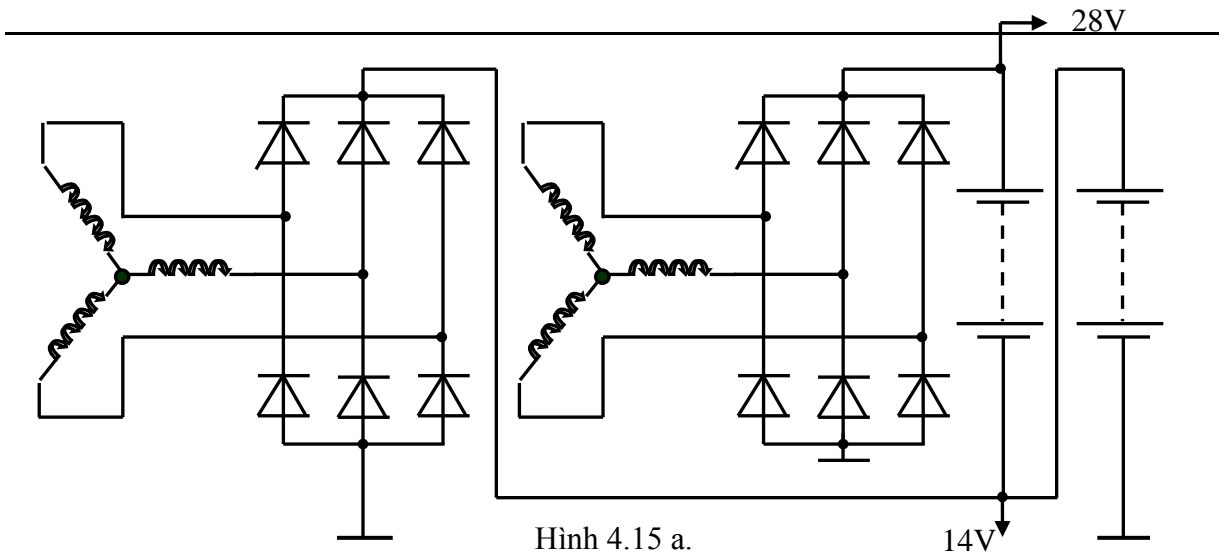
Máy phát cho phép giảm từ trở nhờ tăng diện tích khe hở không làm việc, vì vậy, nâng được công suất do máy phát sinh ra. Song ống lót và trục dạng nón dẫn đến công nghệ chế tạo phức tạp, tốn kim loại, làm giá thành của máy phát cao. Trên một số máy phát, người ta khắc phục nhược điểm này bằng cách sử dụng hệ thống kích thích phối hợp dùng cuộn kích thích và nam châm vĩnh cửu.

#### d. Máy phát xoay chiều hai nấc điện áp 14/ 28V

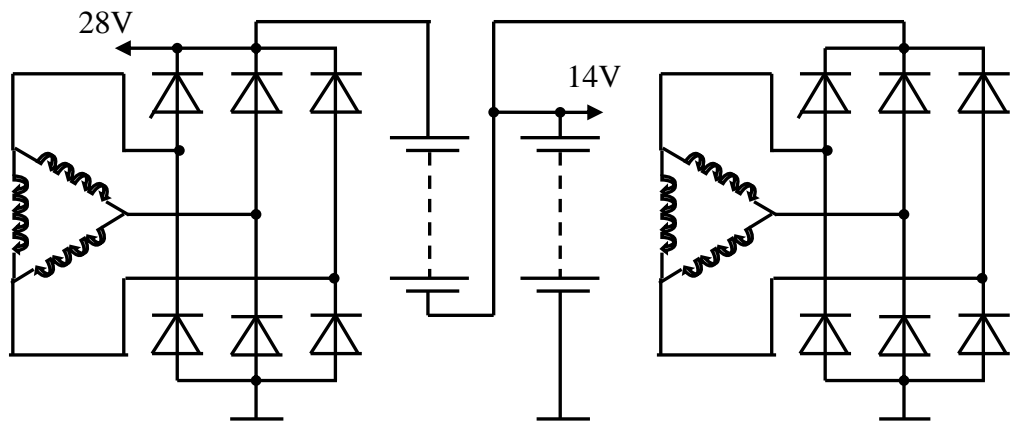
Đối với các loại xe có công suất (P) lớn (ô tô tải), người ta sử dụng nguồn điện  $U = 24V$  để cung cấp cho máy khởi động và các phụ tải điện.

Để nâng cao mức điện áp cung cấp cho hệ thống khởi động và các phụ tải điện, hiện nay trên các xe thường dùng 2 accu và relay đổi đầu điện áp, bằng cách đấu nối tiếp 2 accu lại với nhau để được điện áp là 24V trong lúc sử dụng tải có công suất lớn (máy khởi động, bơm điện ...) và đấu song song 2 accu để có điện áp 12V khi dùng các phụ tải có công suất bình thường. Khi sử dụng tải có công suất lớn hơn ( $P = U.I$ ) với điện áp  $U = 12V$  thì dòng qua tải rất lớn nên phải dùng loại dây dẫn có tiết diện lớn. Thêm vào đó, nhiệt lượng sinh ra trên dây dẫn tỉ lệ với bình phương cường độ dòng điện. Nếu ta nâng mức điện áp lên  $U = 24V$  thì dòng qua tải sẽ giảm, vì thế có thể dùng dây dẫn có tiết diện nhỏ hơn và mất mát năng lượng trên dây dẫn sẽ giảm, giúp tiết kiệm nhiên liệu.

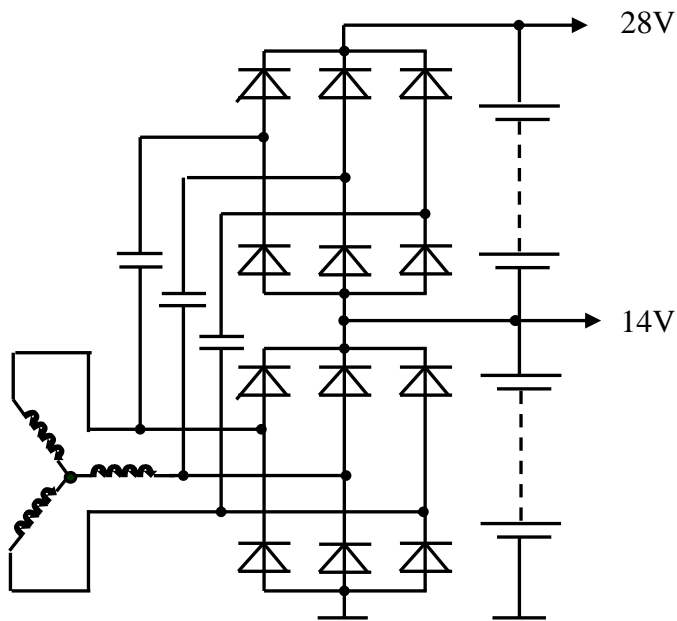
Để có được cùng một lúc hai nấc điện áp 28V và 14V thì máy phát phải thiết kế có 2 nấc điện áp tương ứng này. Sơ đồ mạch điện của máy phát loại này được thiết kế theo các mạch trên hình 4.15.



Hình 4.15 a.

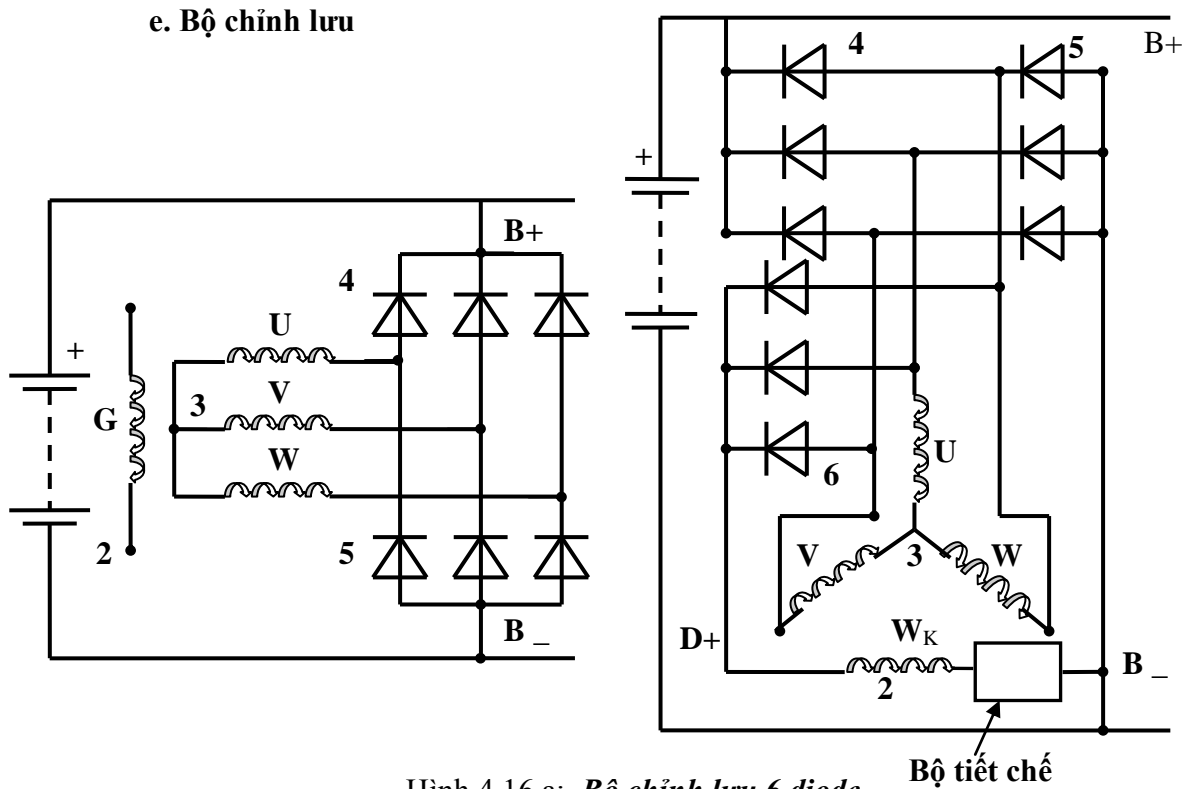


Hình 4.15 b.



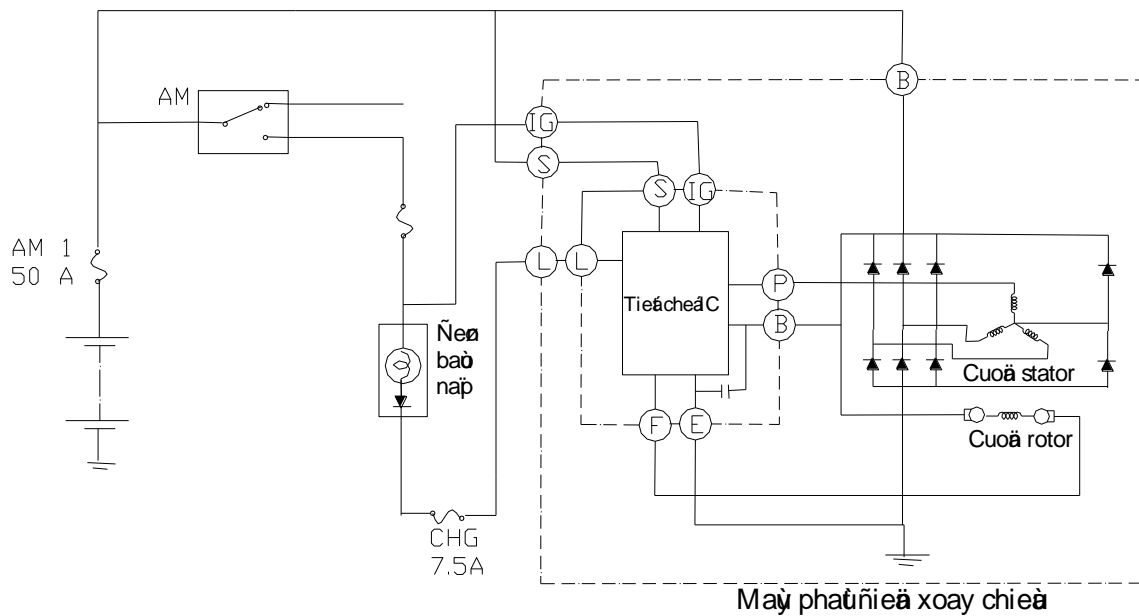
H 4.45 c.

Hình 4.15: Các kiểu máy phát 2 cực điện áp



Hình 4.16 a: Bộ chỉnh lưu 6 diode

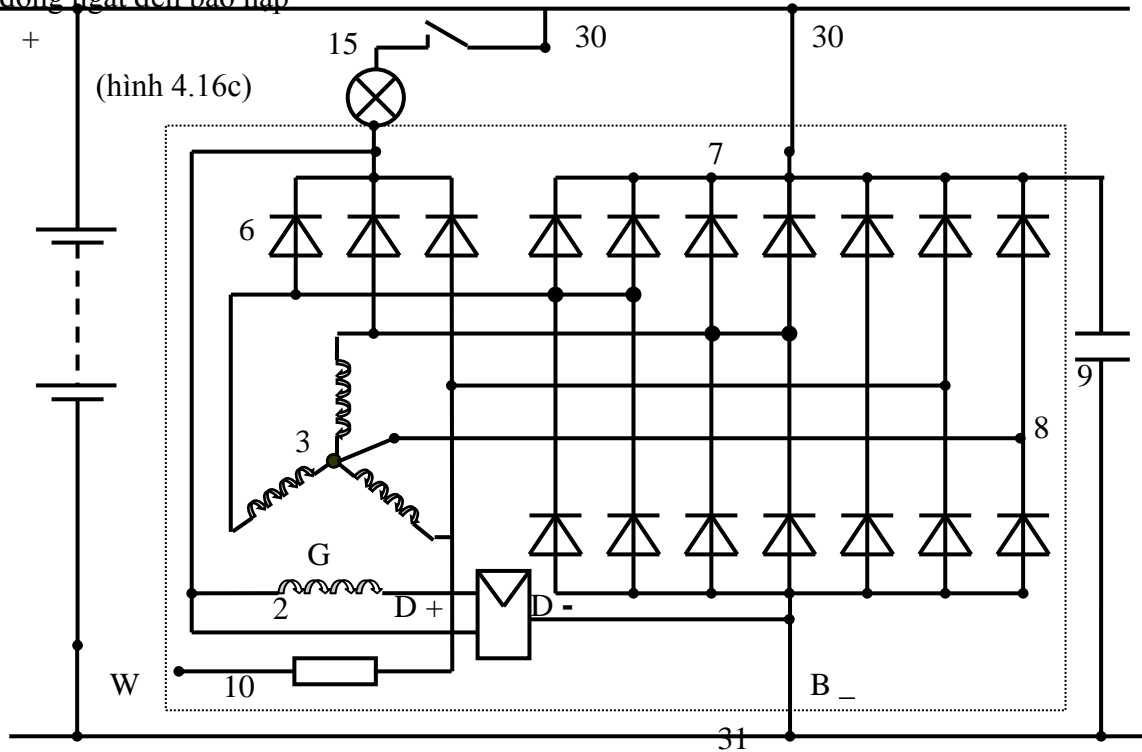
Để biến đổi dòng điện xoay chiều của máy phát sang dòng điện một chiều, ta dùng bộ chỉnh lưu 6 diode, 8 diode hoặc 14 diode. Đối với máy phát có công suất lớn ( $P > 1000 \text{ W}$ ), sự xuất hiện sóng đa hài bậc 3 trong thành phần của hiệu điện thế pha do ảnh hưởng của từ trường các cuộn pha lên cuộn kích làm giảm công suất máy phát.



Hình 4.16b: Bộ chỉnh lưu 8 diode

Vì vậy người ta sử dụng cặp diode mắc từ dây trung hoà để tận dụng sóng đa hài bậc 3, làm tăng công suất máy phát khoảng 10 – 15% (hình 4.16b). Trong một số máy phát, người

ta còn sử dụng 3 diode nhỏ (diode trio) mắc từ các pha để cung cấp cho cuộn kích đồng thời đóng ngắt đèn báo nạp



Hình 4.16 c: **Bộ chỉnh lưu 14 diode**

1. Accu; 2. Cuộn kích (G); 3. Cuộn dây stator; 4. Diode chỉnh lưu (+);
5. Diode chỉnh lưu (-); 6. Diode trio; 7. Các diode công suất; 8. Diode chỉnh lưu dòng trung hòa; 9. Tụ điện; 10. Đầu cuối của cuộn dây máy phát (W).

**\* Hoạt động của bộ chỉnh lưu**

Trên hình 4.17 là sơ đồ của máy phát chỉnh lưu 3 pha có bộ nắn dòng mắc theo sơ đồ nắn dòng 2 nửa chu kỳ, 3 pha. Các cuộn dây stator được đấu dạng sao. Với kiểu mắc này thì quan hệ giữa điện áp và cường độ dòng điện trên dây và trên pha là:

$$U_n = \sqrt{3} U_\phi \quad \text{và} \quad I_n = I_\phi$$

Ta giả thiết rằng tải của máy phát là điện trở thuần.

Điện áp tức thời trên các pha A, B, C là:

$$U_A = U_m \sin \omega t$$

$$U_B = U_m \sin(\omega t - 2\pi/3)$$

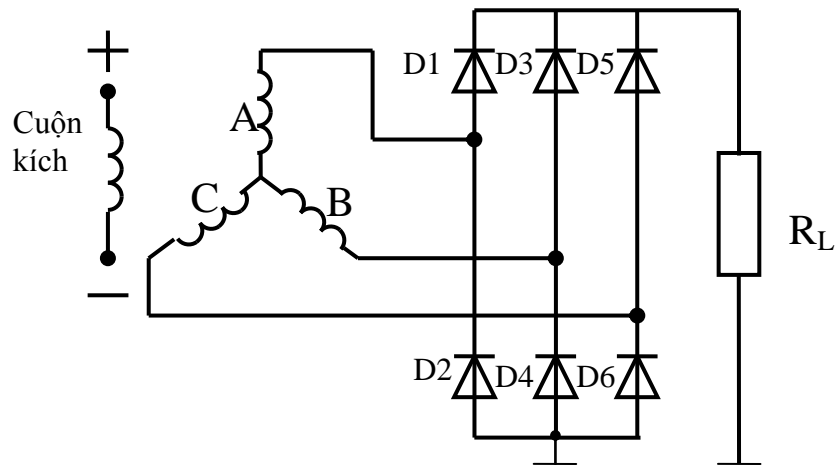
$$U_C = U_m \sin(\omega t + 2\pi/3)$$

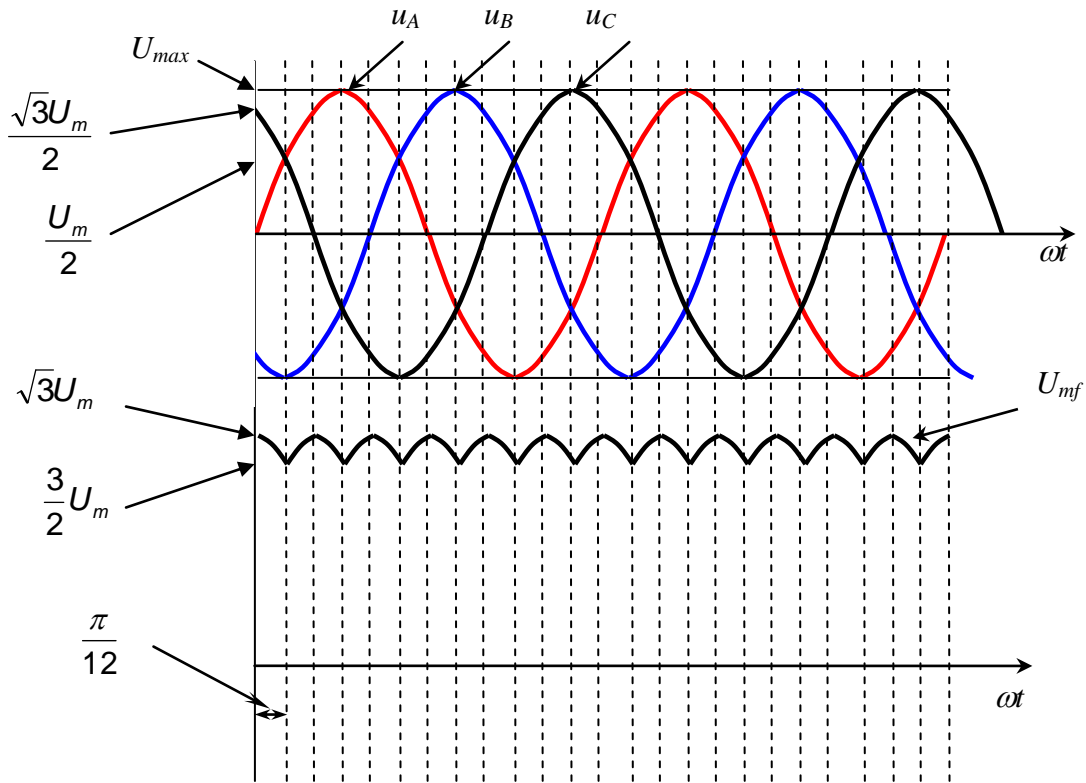
Trong đó:

$U_m$  : điện áp cực đại của pha;

$\omega = 2\pi f = 2\pi.n.p/60$  là vận tốc góc.







Hình 4.17: Sơ đồ chỉnh lưu máy phát 3 pha và điện áp sau khi đã chỉnh lưu.

Ta cũng giả thiết là các diode mắc ở hướng thuận có điện trở  $R_t$  vô cùng bé ( $R_t = 0$ ) còn ở hướng ngược thì rất lớn ( $R_n = \infty$ ).

Trên sơ đồ chỉnh lưu 3 pha này có 6 diode; 3 diode ở nhóm trên hay còn gọi là các diode dương ( $VD_1, VD_3, VD_5$ ), có catot được nối với nhau; Nhóm dưới còn gọi là các diode âm ( $VD_2, VD_4, VD_6$ ) có các anode được nối với nhau. Ở hướng dẫn điện, một diode nhóm trên dẫn điện khi anode của nó có điện thế cao hơn, còn ở nhóm dưới diode dẫn có điện thế thấp hơn. Vì vậy, ở một thời điểm bất kỳ đều có 2 diode hoạt động, một diode cực tính dương (phía trên) và một diode cực tính âm (phía dưới). Mỗi diode sẽ cho dòng điện qua trong  $1/3$  chu kỳ ( $T/3$ ).

Điện thế dây của máy phát được đưa lên bộ chỉnh lưu. Điện áp chỉnh lưu được xác định bởi các tung độ nằm giữa các đường cong trên và dưới (hình 4.17c) của điện áp pha  $U_A, U_B, U_C$ . Vì vậy, điện áp chỉnh lưu tức thời  $U_{mf}$  sẽ thay đổi và tần số xung động của điện áp chỉnh lưu lớn hơn tần số của điện áp pha 6 lần:

Trị số nhỏ nhất của điện áp chỉnh lưu bằng  $1,5U_m$ , và lớn nhất là  $1,73 U_m$ .

Sự thay đổi của điện áp chỉnh lưu:

$$\Delta U_{mf} = (1,73 - 1,5) \cdot U_m = 0,23 U_m = 0,325 U_\phi \quad (4.9)$$

Từ đồ thị ở hình 4-17c ta có thể xác định giá trị tức thời của điện áp chỉnh lưu.

$$u_{mf} = \sqrt{3} U_m \cdot \cos \omega t \quad (4.10)$$

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu (công thức 4.10)

$$U_{mf} = \frac{1}{T} \int_{-T/12}^{T/12} \sqrt{3} \cos \omega.t . dt = \frac{6}{T} \sqrt{3} U_m \frac{1}{\omega} \sin \omega.t \Big|_{-T/12}^{T/12}$$

$$U_{mf} = \frac{3\sqrt{3}.U_m}{\pi} = 1,65U_m \tag{4.11}$$

Với:

$$\omega T = 2\pi; \quad f = 1/T$$

$$U_{mf} = 1,65 \sqrt{2} U_\phi = 2,34U_\phi = 1,35U_d$$

$U_\phi$  : điện thế hiệu dụng pha.  
 $U_d$ : điện thế hiệu dụng dây.

Như vậy, đối với mạch chỉnh lưu cầu 3 pha thì giá trị trung bình của điện áp lưu lớn gấp 2,34 lần so với điện áp pha và 1,35 lần so với điện áp dây. Xung độ của điện áp chỉnh lưu có thể biểu diễn qua điện áp chỉnh lưu trung bình, bằng cách đưa vào công thức (4.10) giá trị  $U_{mf}$  xác định từ

(4.11).

$$\Delta U_{mf} = \frac{0,23U_{mf}}{1,65} = 0,139 U_{mf}$$

% xung độ của điện áp chỉnh lưu:

$$\Delta U_{mf} = \frac{100U_{mf}}{U_{mf}} = 13,9 \%$$

Ví dụ ở trị trung bình của điện áp chỉnh lưu là 14 V thì độ xung độ là 1,95V. Lúc này, giá trị cực đại của điện áp chỉnh lưu bằng 14V, còn trị cực tiểu là 12,7V.

Khi nối điện trở thuần  $R$  vào bộ chỉnh lưu thì dòng chỉnh lưu (trị tức thời):

$$i_{mf} = \frac{U_{mf}}{R}$$

Hình dạng của dòng chỉnh lưu cũng tương tự như hình dạng của điện áp chỉnh lưu, tức là dòng chỉnh lưu dao động với biên độ:

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

Giá trị trung bình của dòng chỉnh lưu được tính bởi:

$$I_{mf} = \frac{6}{T} \int_{-T/12}^{T/12} I_m . \cos \omega.t . dt = 3 \frac{I_m}{\pi} = 0,955I_m \tag{4.12}$$

Như đã nêu, mỗi một diode sẽ cho dòng điện đi qua trong 1/3 chu kỳ ( $T/3$ ). Vì vậy, giá trị tức thời dòng điện qua các diode  $i_1, i_2... i_6$  có đặc tính xung (hình 4.17c) và giá trị trung bình của dòng điện qua một diode =  $I_{mf}/3$ .

Dòng điện chạy trong các cuộn pha của máy phát có thể được xác định khi ta xét nút nối  $i_A + i_2 - i_1 = 0 \rightarrow i_A = i_1 - i_2$

Như vậy, dòng pha không sin và ngắt quãng.

Giá trị hiệu dụng dòng pha:

$$I_{\Phi} = \sqrt{\frac{T}{4} \int_{-T/3}^{T/3} I_m^2 \cdot \sin^2 \omega.t . dt} = 0,755 I_m \quad (4.13)$$

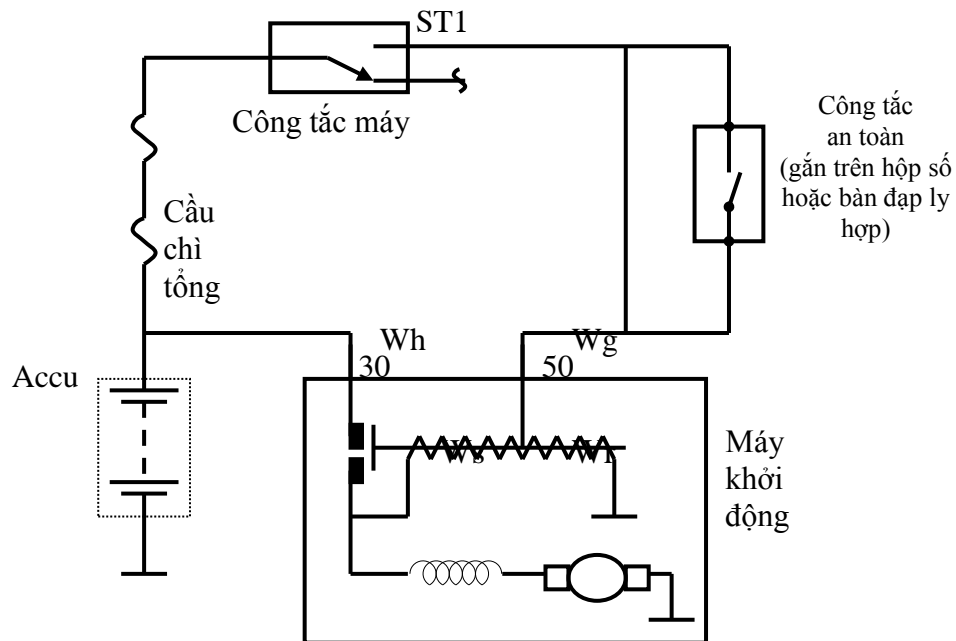
Từ đó:  $I_{\Phi} = 0.815 I_{mf}$ .

## Chương 3. HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG

### 3.1 Nhiệm vụ phân loại, yêu cầu

#### 3.1.1. Nhiệm vụ

Động cơ đốt trong cần có một hệ thống khởi động riêng biệt truyền cho trục khuỷu động cơ một moment với một số vòng quay nhất định nào đó để khởi động được động cơ. Cơ cấu khởi động chủ yếu trên ô tô hiện nay là khởi động bằng động cơ điện một chiều. Tốc độ khởi động của động cơ xăng phải trên 50 v/p, đối với động cơ diesel phải trên 100 v/p.



Hình 3.1: Sơ đồ mạch khởi động tổng quát

Trên sơ đồ hình 3.1, máy khởi động bao gồm: relay các khớp với cuộn hút Wh, cuộn giữ Wg, và động cơ điện một chiều với cuộn stator Ws và cuộn rotor Wr.

#### 3.1.2 Yêu cầu, phân loại

##### 3.1.2.1 Yêu cầu, phân loại theo cấu trúc

###### A. Yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống khởi động

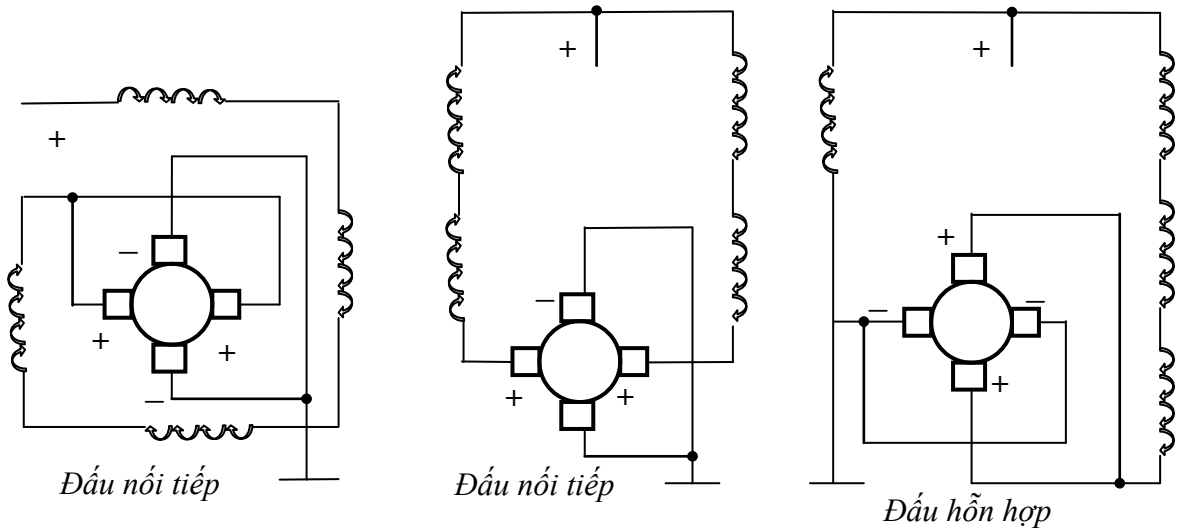
- Máy khởi động phải quay được trục khuỷu động cơ với tốc độ thấp nhất mà động cơ có thể nổ được.
- Nhiệt độ làm việc không được quá giới hạn cho phép.
- Phải bảo đảm khởi động lại được nhiều lần.
- Tỷ số truyền từ bánh răng của máy khởi động và bánh răng của bánh đà nằm trong giới hạn (từ 9 đến 18).
- Chiều dài, điện trở của dây dẫn nối từ accu đến máy khởi động phải nằm trong giới hạn quy định (< 1m).
- Moment truyền động phải đủ để khởi động động cơ.

## B. Phân loại

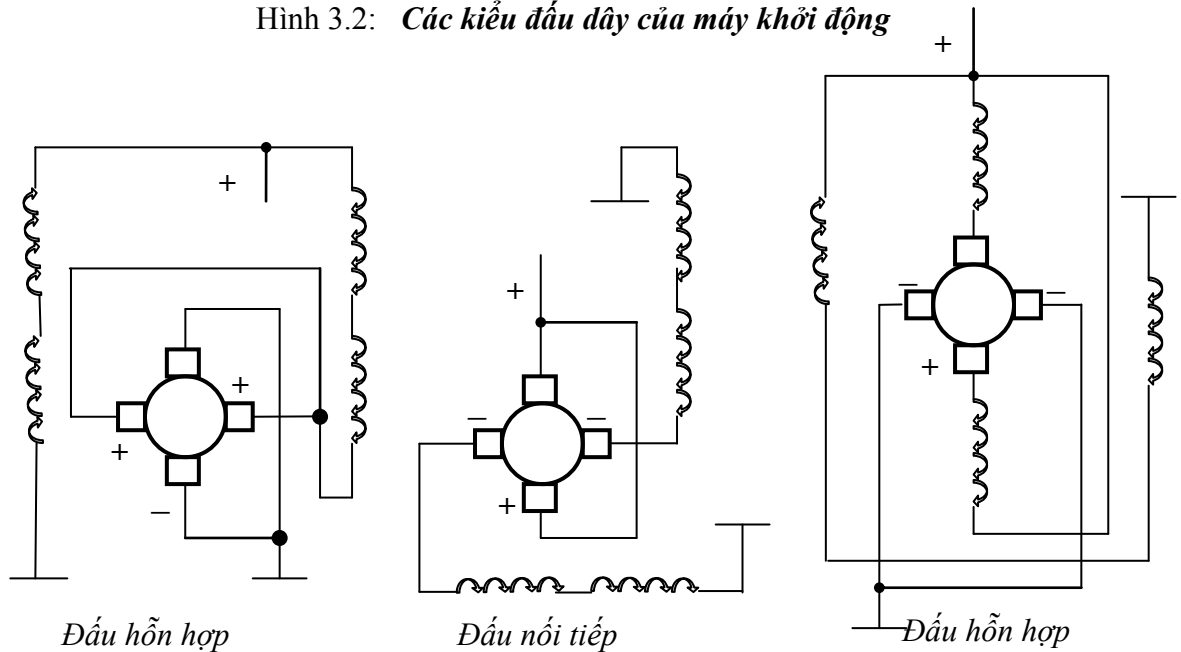
Để phân loại máy khởi động ta chia máy khởi động ra làm hai thành phần: Phần motor điện và phần truyền động. Phần motor điện được chia ra làm nhiều loại theo kiểu đấu dây, còn phần truyền động phân theo cách truyền động của máy khởi động đến động cơ.

Motor điện trong máy khởi động là loại mắc nối tiếp và mắc hỗn hợp.

- **Theo kiểu đấu dây:** Tùy thuộc theo kiểu đấu dây mà ta phân ra các loại sau:



Hình 3.2: Các kiểu đấu dây của máy khởi động



- **Phân loại theo cách truyền động:** có hai cách truyền động

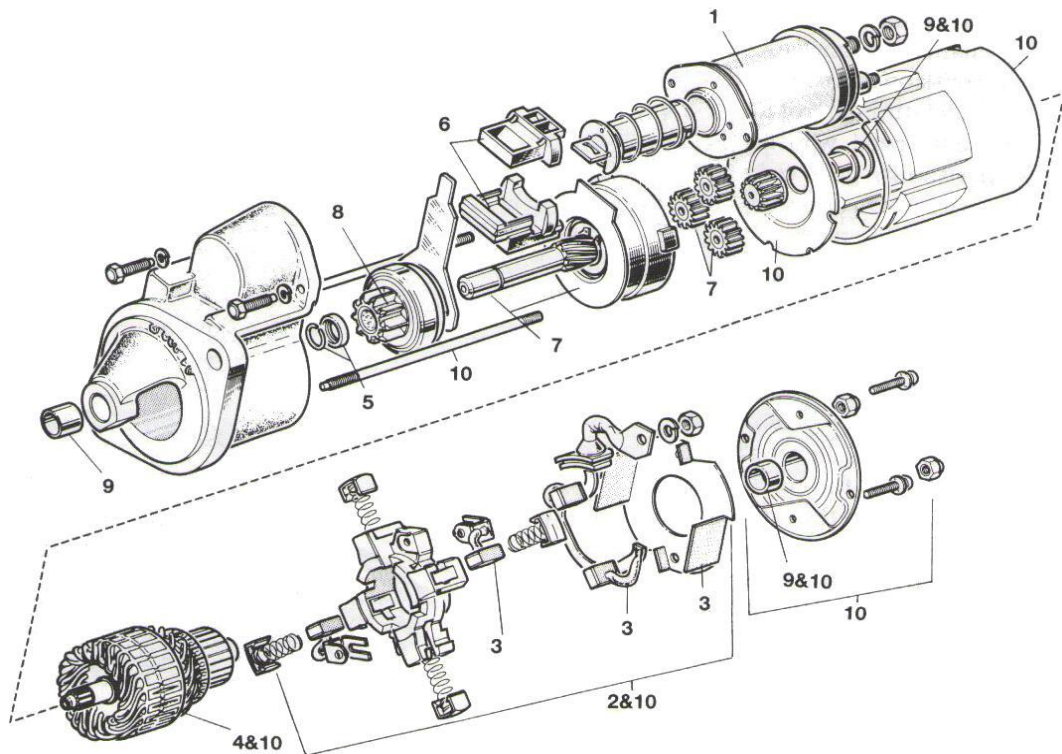
**Truyền động trực tiếp với bánh đà:** loại này thường dùng trên xe đời cũ và những động cơ có công suất lớn, được chia ra làm 3 loại:

*Truyền động quán tính:* bánh răng ở khớp truyền động tự động văng theo quán tính để ăn khớp với bánh đà. Sau khi động cơ nổ, bánh răng tự động trở về vị trí cũ.

*Truyền động cưỡng bức:* khớp truyền động của bánh răng khi ăn khớp vào vòng răng của bánh đà, chịu sự điều khiển cưỡng bức của một cơ cấu các khớp.

*Truyền động tổ hợp:* bánh răng ăn khớp với bánh đà cưỡng bức nhưng việc ra khớp tự động như kiểu ra khớp của truyền động quán tính.

◆ **Truyền động phải qua hộp giảm tốc**

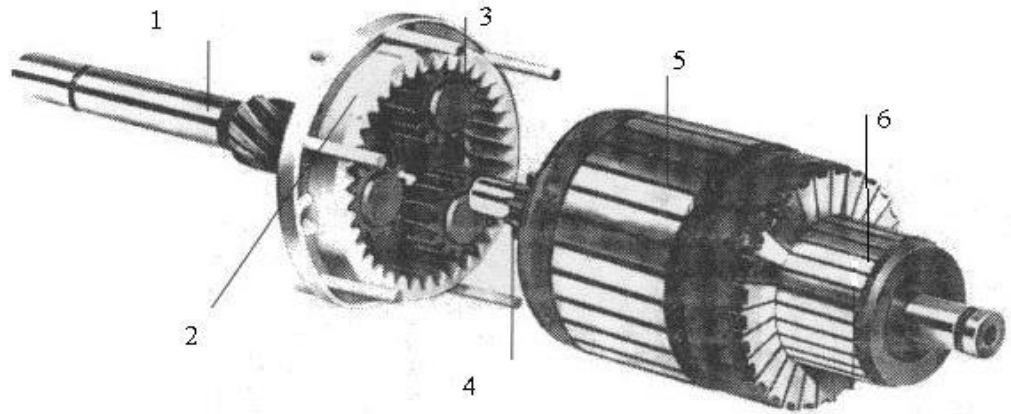


Hình 3.3: **Cấu tạo máy khởi động có hộp giảm tốc**

Đối với máy điện (máy phát và động cơ), kích thước sẽ nhỏ lại nếu tốc độ hoạt động lớn. Vì vậy, để giảm kích thước của motor khởi động người ta thiết kế chúng để hoạt động với tốc độ rất cao, sau đó qua hộp giảm tốc để tăng moment.

Loại này được sử dụng nhiều trên xe đời mới. Phần motor điện một chiều có cấu tạo nhỏ gọn và có số vòng quay khá cao. Trên đầu trục của motor điện có lắp một bánh răng nhỏ, thông qua bánh răng trung gian truyền xuống bánh răng của hộp truyền động (hộp giảm tốc). Khớp truyền động là một khớp bi một chiều có ba rãnh, mỗi rãnh có hai bi đĩa đặt kế tiếp nhau. Bánh răng của khớp đầu trục của khớp truyền động được cài với bánh răng của bánh đà (khi khởi động) nhờ một relay gạt khớp. Relay gạt khớp có một ty đẩy, thông qua viên bi đẩy bánh răng vào ăn khớp với bánh đà.

Một số hãng sử dụng máy khởi động có cơ cấu giảm tốc kiểu bánh răng hành tinh như trên hình 3.4

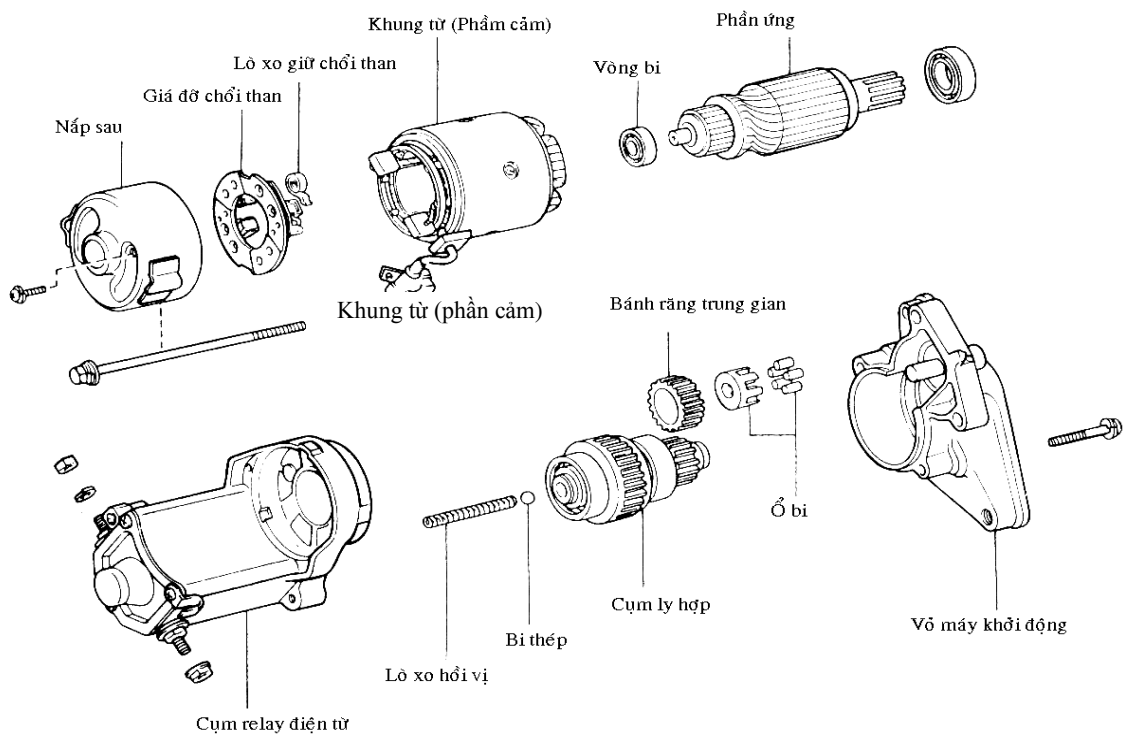


1. Trục thứ cấp; 2. Vòng răng; 3. Bánh răng hành tinh;  
4. Bánh răng mặt trời; 5. Phần ứng; 6. Cổ góp

Hình 3.4: Cấu tạo hộp giảm tốc kiểu bánh răng hành tinh

### 3.2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Trên hình 3.5 trình bày cấu tạo máy khởi động có hộp giảm tốc, được sử dụng phổ biến trên các ô tô du lịch hiện nay.



Hình 3.5: Cấu tạo máy khởi động

Máy khởi động hiện là cơ cấu sinh moment quay và truyền cho bánh đà của động cơ. Đối với từng loại động cơ mà các máy khởi động điện có thể có kết cấu cũng như có đặc tính khác nhau, nhưng nói chung chúng thường có 3 bộ phận chính: Động cơ điện, khớp truyền động và cơ cấu điều khiển.

#### a. Motor khởi động

Là bộ phận biến điện năng thành cơ năng. Trong đó: stator gồm vỏ, các má cực và các cuộn dây kích thích; rotor gồm trục, khối thép từ, cuộn dây phân ứng và cổ góp điện, các nắp với các giá đỡ chổi than và chổi than, các ổ trượt ...

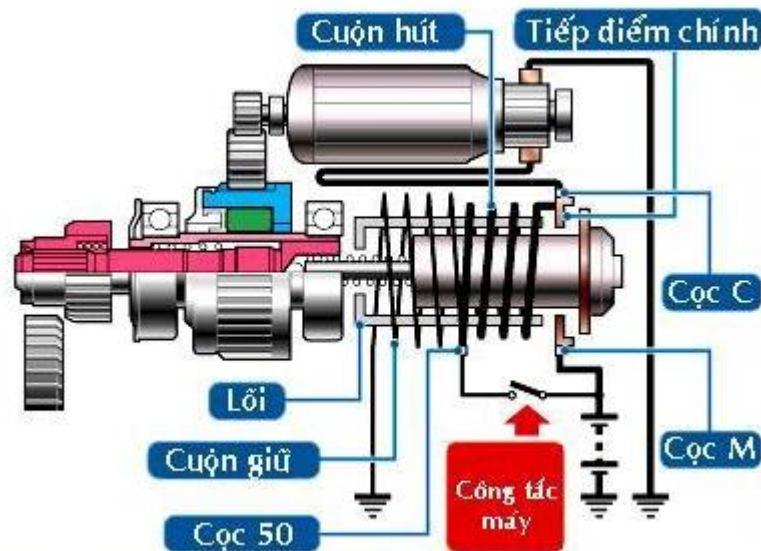


### b. Relay gài khớp và công tắc từ

Dùng để điều khiển hoạt động của máy khởi động. Có hai phương pháp điều khiển: điều khiển trực tiếp và điều khiển gián tiếp. Trong điều khiển trực tiếp, ta phải tác động trực tiếp vào mạch gài khớp để gài khớp và đóng mạch điện của máy khởi động. Phương pháp này ít thông dụng. Điều khiển gián tiếp thông qua các công tắc hoặc relay là phương pháp phổ biến trên các mạch khởi động hiện nay.

### c. Nguyên lý hoạt động

Relay gài khớp bao gồm: cuộn hút và cuộn giữ. Hai cuộn dây trên có số vòng như nhau nhưng tiết diện cuộn hút lớn hơn cuộn giữ và quấn cùng chiều nhau.



Hình 3.6: *Sơ đồ làm việc của hệ thống khởi động*

Khi bật công tắc ở vị trí ST thì dòng điện sẽ rẽ thành hai nhánh:

$$\begin{aligned}
 (+) \quad & \begin{cases} \rightarrow W_g \rightarrow \text{mass} \\ \rightarrow W_h \rightarrow W_{st} \rightarrow \text{Brush} \rightarrow W_{\text{rotor}} \rightarrow \text{mass} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Dòng qua cuộn giữ và hút sẽ tạo ra lực từ để hút lõi thép đi vào bên trong (tổng lực từ của hai cuộn). Lực hút sẽ đẩy bánh răng của máy khởi động về phía bánh đà, đồng thời đẩy lá đồng nối tắt cọc (+) accu xuống máy khởi động. Lúc này, hai đầu cuộn hút đẳng thế và sẽ không có dòng đi qua mà chỉ có dòng qua cuộn giữ.

Do lõi thép đi vào bên trong mạch từ khiến từ trở giảm nên lực từ tác dụng lên lõi thép tăng lên. Vì thế, chỉ cần một cuộn  $W_g$  vẫn giữ được lõi thép.

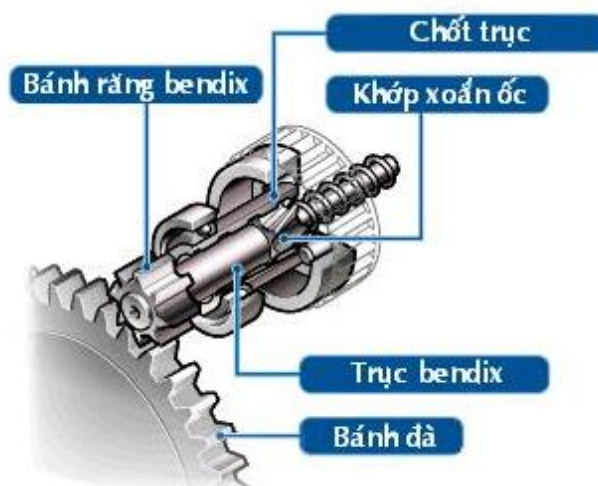
Khi động cơ đã nổ, tài xế trả công tắc về vị trí ON, mạch hở nhưng do quán tính, dòng điện vẫn còn. Do đó hai bánh răng còn dính và dòng vẫn còn qua lá đồng. Như vậy dòng sẽ đi từ:  $(+) \rightarrow W_h \rightarrow W_g \rightarrow \text{mass}$ .

Lúc này, hai cuộn dây mắc nối tiếp nên dòng như nhau, dòng trong cuộn giữ không đổi chiều, còn dòng qua cuộn hút ngược với chiều ban đầu. Vì vậy, từ trường hai cuộn triệt tiêu nhau. Kết quả là, dưới tác dụng của lực lò xo, bánh răng và lá đồng sẽ trở về vị trí ban đầu.

Đối với xe có hộp số tự động, mạch khởi động có thêm công tắc an toàn (Inhibitor switch). Công tắc này chỉ nối mạch khi tay số ở vị trí N, P. Trên một số xe có hộp số cơ khí, công tắc an toàn được bố trí ở bàn đạp ly hợp.

### d. Khớp truyền động

Là cơ cấu truyền moment từ phần động cơ điện đến bánh đà, đồng thời bảo vệ cho động cơ điện qua ly hợp một chiều.

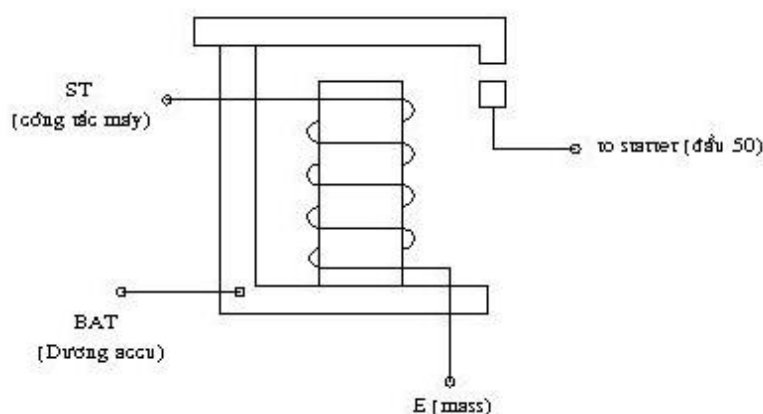


Hình 3.7: Cấu tạo khớp truyền động

### 3.3 Các cơ cấu điều khiển trung gian trong hệ thống khởi động

#### 3.3.1 Relay khởi động trung gian

Relay khởi động là thiết bị dùng để đóng mạch điện cung cấp điện cho máy khởi động. Thiết bị này có tác dụng làm giảm dòng qua công tắc máy.



Hình 3.10: Relay khởi động

#### 3.3.2 Relay giải khớp

Relay giải khớp dùng để đẩy bánh răng máy khởi động vào ăn khớp với vòng răng bánh đà và đóng tiếp điểm đưa dòng điện đến motor điện, giữ yên tiếp điểm cho đến hết thời gian khởi động.

#### 3.3.3 Relay bảo vệ khởi động

##### a. Công dụng

Relay bảo vệ khởi động là thiết dùng để bảo vệ máy khởi động trong những trường hợp sau:

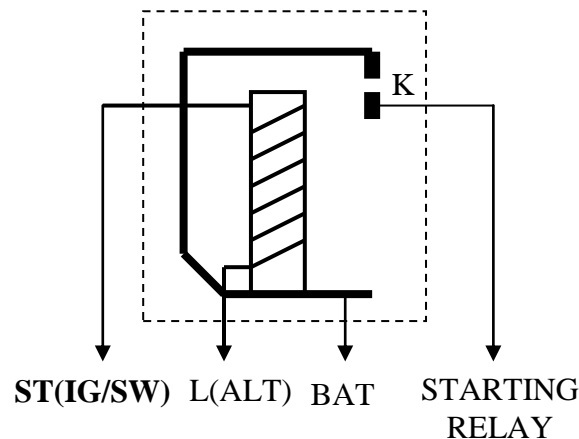
- Khi tải xé không thể nghe được tiếng động cơ nổ.
- Khởi động bằng điều khiển từ xa.
- Khởi động lại nhiều lần.

Thiết bị dùng bảo vệ khởi động còn gọi là relay khóa khởi động. Relay khóa khởi động hoạt động tùy thuộc vào tốc độ quay của động cơ. Ta có thể lấy tín hiệu này từ máy phát (dây L của đèn báo sạc và diode phụ).

Khi khởi động, điện thế ở đầu L của máy phát tăng. Khi động cơ đạt tốc độ đủ lớn (động cơ đã nổ), relay khóa khởi động sẽ ngắt dòng điện đưa đến relay của máy khởi động, cho dù tải xé vẫn còn bật công tắc khởi động. Ngoài ra, relay khóa khởi động không cho phép khởi động khi động cơ đang hoạt động.

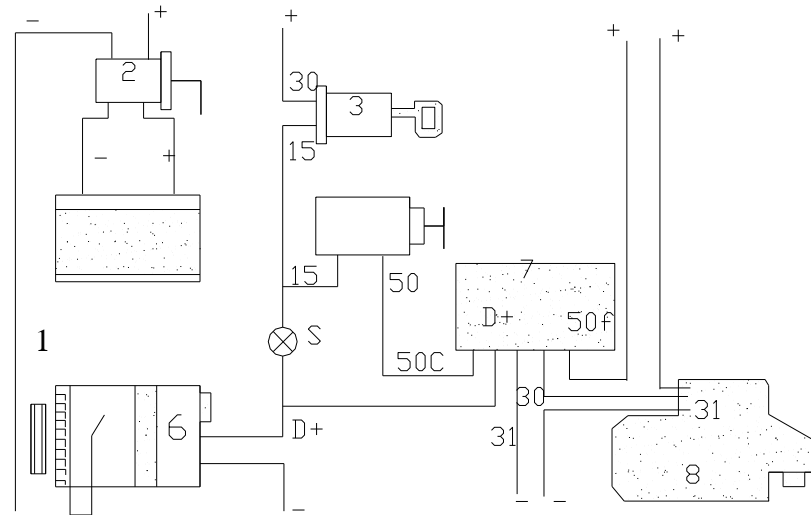
#### ***Cấu tạo nguyên lý làm việc của relay khóa khởi động***

Relay khóa khởi động dùng tiếp điểm cơ khí.



Hình 3-11: ***Relay bảo vệ khởi động***

Khi bật công tắc khởi động, dòng điện qua  $W_{bv}$  qua cuộn kích máy phát về mass làm đóng tiếp điểm K, dòng điện đến relay khởi động. Khi động cơ hoạt động, máy phát điện bắt đầu làm việc (đầu L có điện áp bằng điện áp accu nhưng máy chưa tắt công tắc khởi động), dòng điện qua  $W_{bv}$  mất khiến khóa K mở, ngắt dòng đến relay khởi động làm cho máy khởi động không hoạt động nữa.

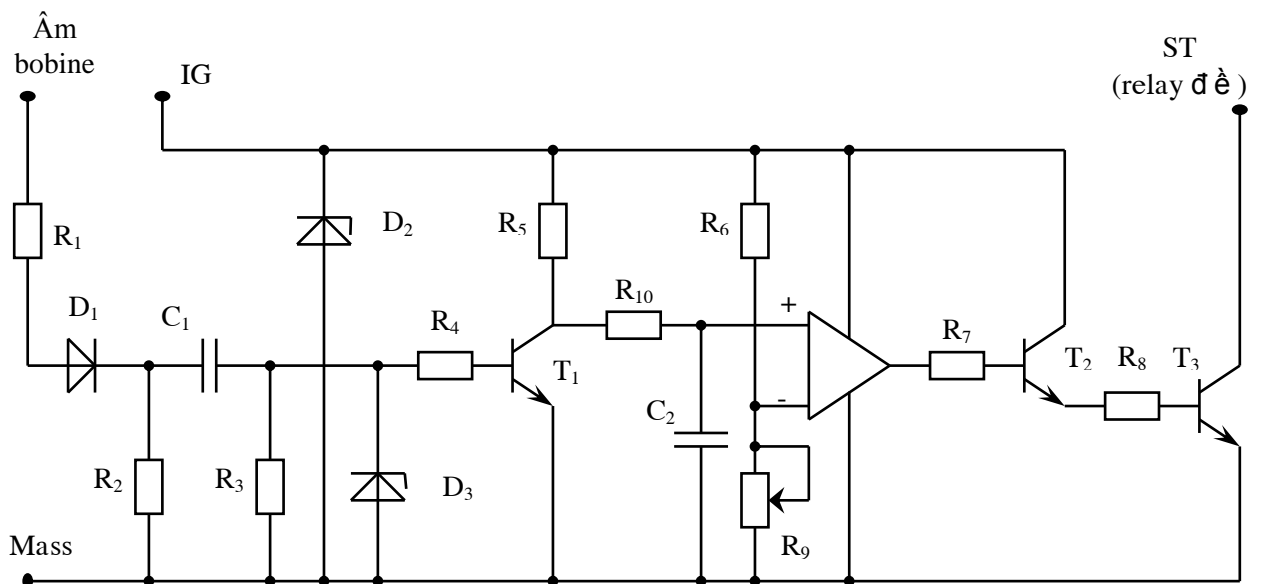


Hình 3.12: *Sơ đồ thực tế mạch bảo vệ khởi động*

1. Accu; 2. Công tắc nguồn; 3. Công tắc máy; 4. Công tắc khởi động; 5. Đèn báo nạp, 6. Máy phát; 7. Relay bảo vệ khởi động; 8. Máy khởi động

**b. Mạch bảo vệ khởi động điều khiển bằng điện tử**

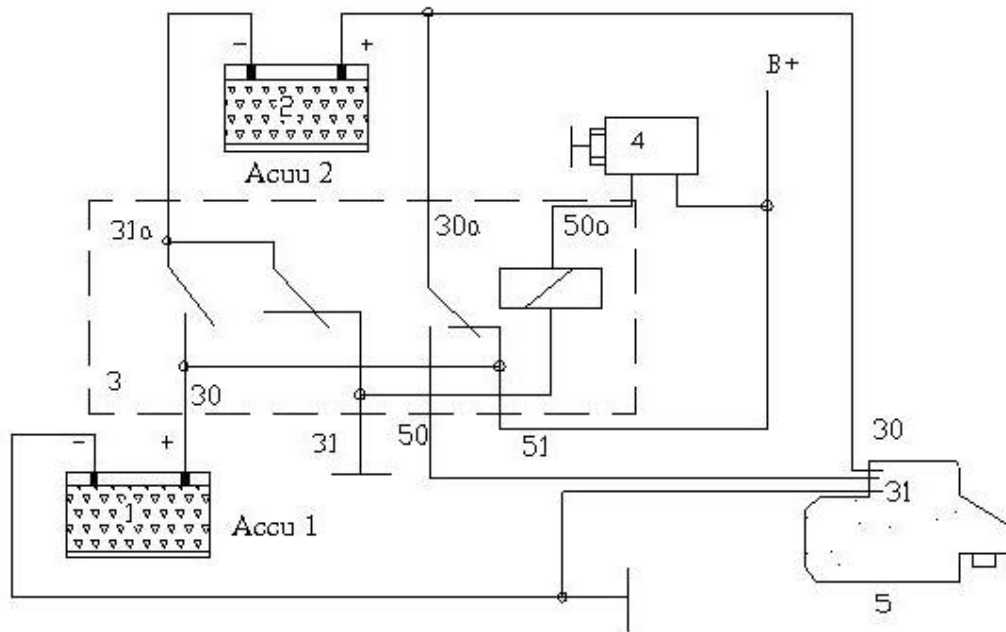
Trong loại này, người ta sử dụng mạch biến đổi tần số sang điện thế bằng cách lấy tín hiệu tần số từ dây trung hoà (N) của máy phát hoặc đầu âm bobine. Tín hiệu tốc độ động cơ thể hiện qua tần số đánh lửa được đưa đến ngõ vào của mạch bảo vệ, làm thay đổi tần số đóng mở của  $T_1$ . Hiệu điện thế trung bình trên tụ  $C_2$  phụ thuộc vào tần số này. Vì vậy, khi động cơ hoạt động, transistor  $T_3$  sẽ ở trạng thái đóng và mạch khởi động sẽ không hoạt động.



Hình 3.13: *Mạch bảo vệ khởi động dùng OP-AMP*

### 3.3.4 Relay đổi đầu điện áp

Trên một số xe có công suất lớn thường sử dụng hệ thống điện 12/24V. Hệ thống điện 12V dùng cung cấp cho các phụ tải còn hệ thống điện 24V dùng để khởi động. Hình 3.14 trình bày sơ đồ đấu dây của mạch đổi điện áp trên xe IFA. Trên sơ đồ này, máy khởi động có hiệu điện thế làm việc là 24 V trong khi các phụ tải điện khác và máy phát có điện áp định mức là 12V. Để chuyển đổi điện áp trong lúc khởi động, thường bố trí relay đổi điện áp, relay này có nhiệm vụ đấu nối tiếp 2 bình accu 12V để có 24V khi khởi động. Khi kết thúc khởi động hai bình accu sẽ được mắc song song để máy phát nạp điện cho chúng.



Hình 3.14: *Mạch khởi động với relay đổi điện áp 12V-24V*

## 3.4 Hệ thống hỗ trợ khởi động cho động cơ diesel

### 3.4.1 Nhiệm vụ và phân loại

#### 1. Nhiệm vụ

Một trong những nét đặc biệt của các động cơ diesel là chúng có số vòng quay khởi động tối thiểu lớn hơn nhiều so với động cơ xăng.

Số vòng quay khởi động của động cơ xăng là  $50 \text{v} \div 120 \text{v/p}$ , còn ở động cơ diesel là  $70 \div 150 \text{v/p}$ . Ở số vòng quay này, vào cuối quá trình nén, áp suất và nhiệt độ động cơ mới đạt đủ giá trị để đốt cháy dầu do vòi phun phun vào buồng cháy. Tuy vậy, nếu nhiệt độ khí trời và nhiệt độ động cơ thấp, việc khởi động vẫn gặp nhiều khó khăn. Để hỗ trợ việc khởi động động cơ đồng thời giảm ô nhiễm khi nhiệt độ nước còn thấp, trên các động cơ ngày nay thường trang bị hệ thống xông máy hoặc xông khí nạp.

#### 2. Phân loại

Có hai hệ thống xông máy: xông nóng buồng đốt và xông nóng khí nạp.

##### a. Xông nóng buồng đốt

Các bougie xông được đặt trong buồng đốt phụ của động cơ. Nhờ năng lượng điện của accu các dây điện trở của bougie được nung nóng đến nhiệt độ khoảng  $800 \div 1000^\circ\text{C}$ .

Hệ thống này có hai loại bougie: loại một điện cực và loại hai điện cực.

Loại một điện cực: Dùng điện đưa trực tiếp đến đầu cực bougie xông qua điện trở rồi về mass. Loại này thường có điện trở lớn. Các bougie được mắc song song trong mạch nên nếu một bougie bị đứt thì các bougie khác vẫn làm việc bình thường.

Loại hai điện cực: Điện trở bougie được nối trực tiếp với điện cực ngoài. Các điện trở bougie đều được cách điện và mắc nối tiếp trong mạch. Loại này có điện trở nhỏ.

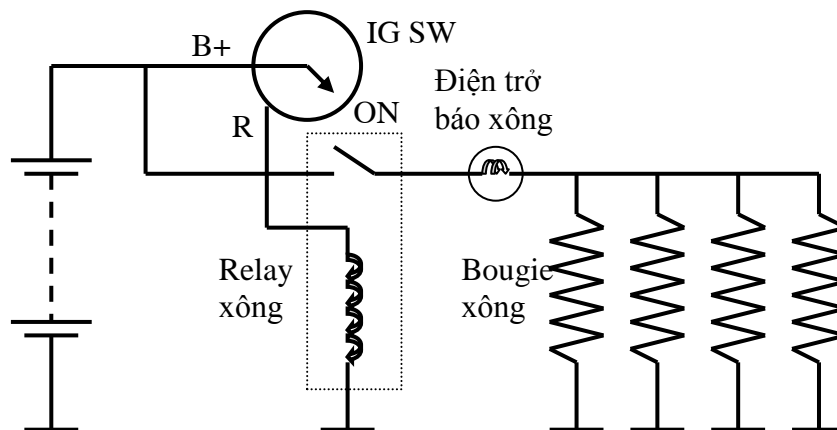
### **b. Xông nóng không khí nạp**

Dùng điện trở đặt tại ống góp hút sau lọc gió, sử dụng nguồn điện accu để xông. Loại này ít phổ biến.

## **3.4.2 Hệ thống xông trước và trong khi khởi động ô tô**

Hệ thống xông trước và trong khi khởi động ô tô có hai loại: xông thường và xông nhanh.

**a. Hệ thống xông thường** được mô tả trên hình 3.15.

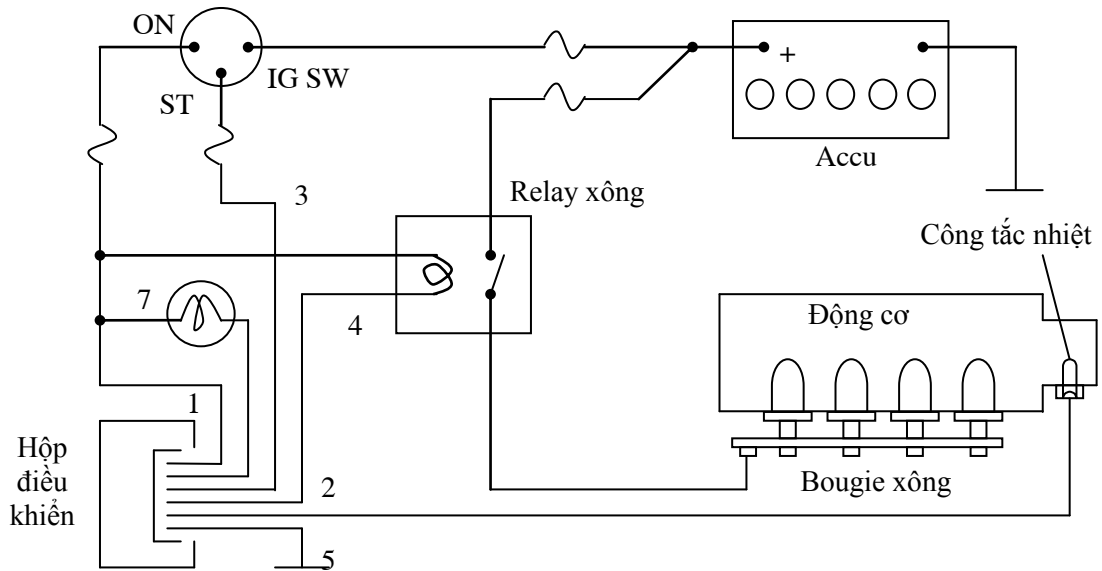


Hình 3.15: Sơ đồ hệ thống xông điều khiển thường

Hệ thống xông này thường có trên các xe đời cũ. Các bougie xông được mắc nối tiếp với điện trở báo xông. Các bougie không được điều khiển tự động ngắt mà phụ thuộc vào tài xế. Khi bật công tắc xông ở vị trí (R), tài xế sẽ đợi đến khi điện trở báo xông nóng đỏ mới chuyển công tắc qua vị trí khởi động. Trong một số trường hợp, thời gian cần thiết để các bougie xông đạt nhiệt độ làm việc được định sẵn và báo bằng đèn báo xông. Khi đèn báo xông tắt, thời gian xông cần thiết đã đủ.

### **b. Hệ thống xông nhanh**

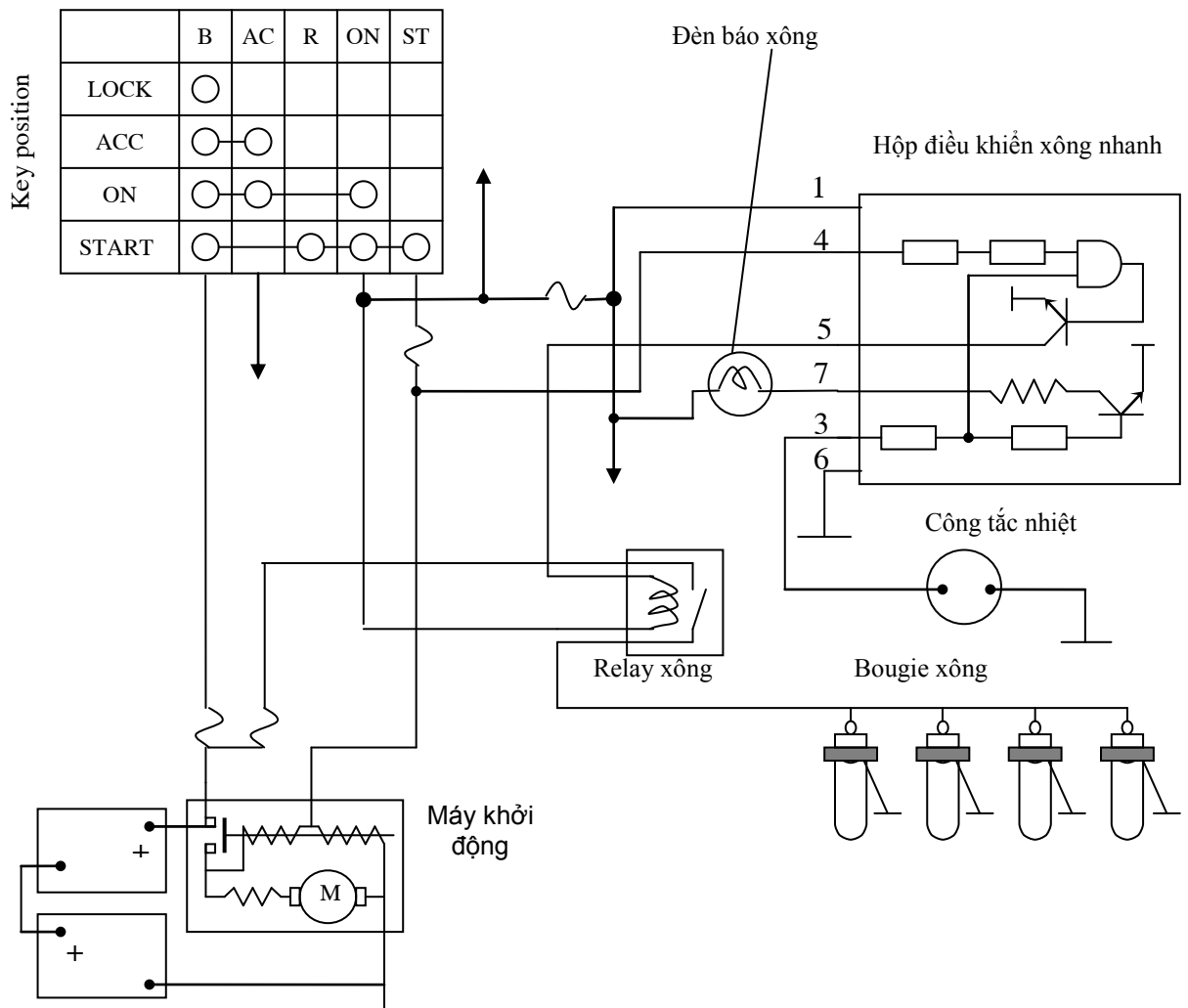
Hệ thống xông nhanh giúp cải thiện khả năng khởi động và giảm bớt khói khi khởi động lạnh (hình 3.16). Trong loại xông này nếu nhiệt độ làm mát nhỏ hơn  $60^{\circ}\text{C}$ , công tắc nhiệt sẽ ở trạng thái OFF. Tín hiệu này được gửi về bộ điều khiển. Nếu công tắc máy ở vị trí ON đèn báo xông sẽ sáng, đồng thời điều khiển nối mass cho relay xông hoạt động, cung cấp dòng rất lớn đến các bougie xông để xông nhanh. Điện trở bougie loại này khá nhỏ. Đèn báo xông tắt sau 3,5 giây, báo cho tài xế biết động cơ đã sẵn sàng cho việc khởi động. Lúc này, nhiệt độ bougie xông đạt khoảng  $800^{\circ}\text{C}$ . Khi động cơ đã nổ và công tắc máy trả về vị trí ON thì bộ điều khiển sẽ ngắt relay xông sau 18 giây (hình 3.16).



Hình 3.16: Sơ đồ nguyên lý hệ thống xông nhanh (IZUSU)

Khi nhiệt độ nước làm mát lớn hơn 60°C, công tắc nhiệt chuyển sang vị trí ON đèn báo xông tắt sau 0,3 giây.

Đầu dây



Hình 3.17: *Sơ đồ thực tế hệ thống xông nhanh*

---

### **3.4.3 Hệ thống xông sau khi khởi động**

---

Trên một số xe đời mới, người ta sử dụng hệ thống xông nhanh (QOS – Quick On Start) kèm theo điều khiển chế độ cầm chừng êm (Hình 3.18). Hệ thống xông này bao gồm hai relay xông. Relay 1 phục vụ cho việc xông nhanh giống như đã trình bày trong phần trên. Sau khi động cơ đã nổ relay 2 làm việc, dòng điện tới bougie xông đi qua điện trở phụ, tiếp tục xông ở mức độ thấp hơn, đảm bảo động cơ nổ êm và không khói khi nhiệt độ nước làm mát còn thấp.

Các bougie xông được nối song song với nhau và cùng nối tiếp với điện trở điều khiển. Khi công tắc khởi động được bật, dòng điện chạy qua điện trở điều khiển và bougie xông, làm cho bougie nóng lên.

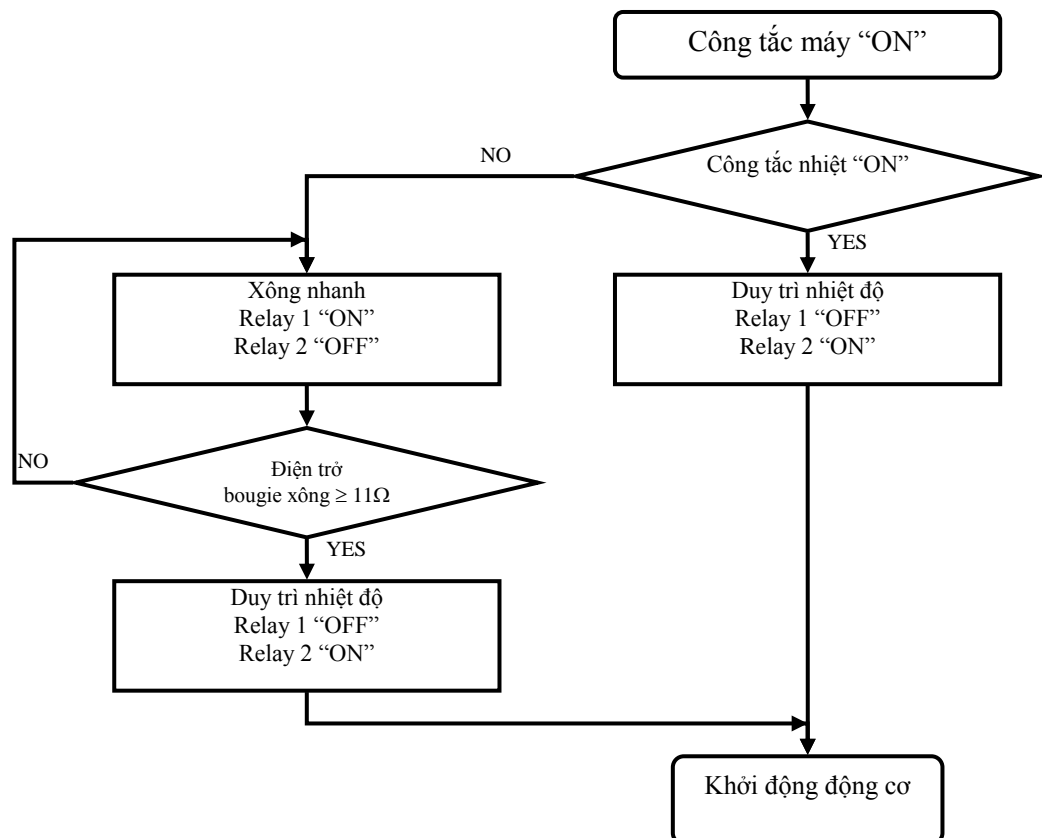
Khi bougie xông hồng:

1. Điện trở tổng tăng bởi vì các bougie xông được nối song song.
2. Dòng điện giảm.
3. Đầu nung của bougie xông không đủ thời gian.

Như vậy, quá trình khởi động xấu đi. Lúc này, dòng điện qua điện trở cũng giảm, và thời gian yêu cầu qua mạch phải kéo dài. Nói cách khác, dòng điện trong mạch bị giảm đi. Hệ thống xông nhanh dò nhiệt độ động cơ và điều khiển dòng điện chạy qua mạch bougie xông để điều khiển xông nhanh trước khi khởi động.



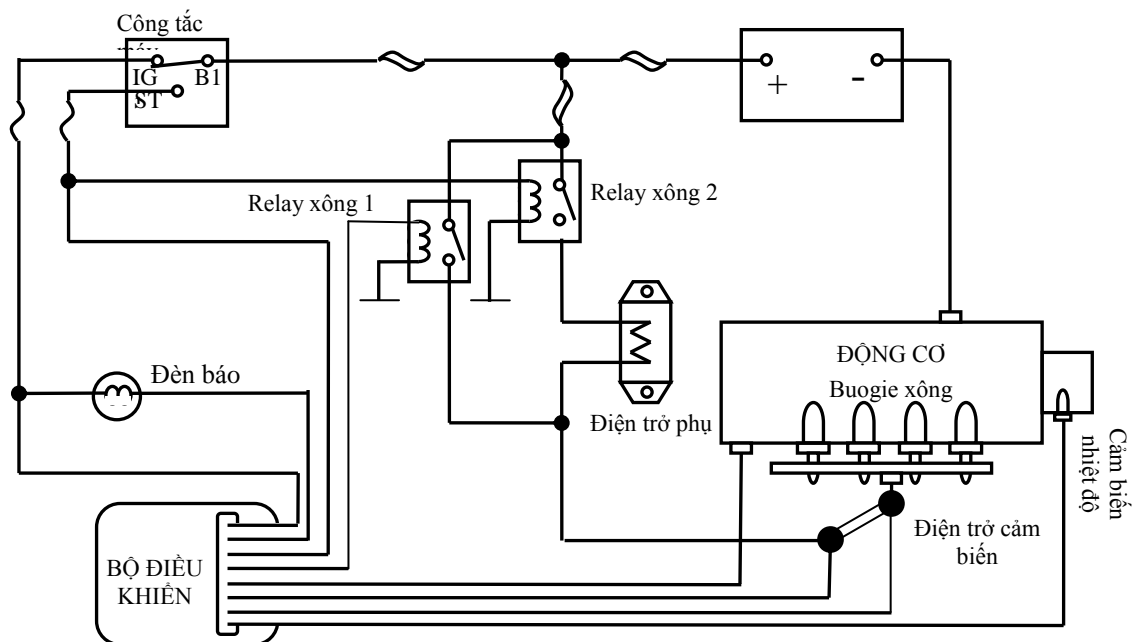
TÊN	CHỨC NĂNG
Bộ điều khiển (Controller)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Điều khiển mạch xông đến khi nhiệt độ bougie xông đạt 900°C.</li> <li>Có mạch định thời để điều khiển đèn báo xông sáng trong 3,5s (hoặc 0,3s khi nhiệt độ động cơ đạt 60°C).</li> <li>Dựa vào giá trị điện trở nhận được trong cảm biến dòng và điện trở bougie xông sẽ điều khiển nhiệt độ xông.</li> <li>Điều khiển relay xông theo nhiệt độ động cơ.</li> </ol>
Relay xông	Điều khiển mạch xông nhanh trước khi khởi động và xông ổn định sau khởi động.
Điện trở phụ	Điện trở cố định làm cho điện áp trên bougie xông giảm trong chế độ xông ổn định.
Điện trở cảm biến dòng	Là cơ sở để nhận biết điện trở bougie xông.
Bougie xông	Nung nóng dây nung bên trong bougie.
Công tắc nhiệt	Nhận biết nhiệt độ động cơ (có thấp hơn 60°C) và gửi tín hiệu đến hộp điều khiển.



Hình 3.18 Sơ đồ thuật toán điều khiển xông nhanh

Dữ liệu về nhiệt độ động cơ (có hay không theo giá trị đặt trước) được đưa đến bộ điều khiển dưới dạng tín hiệu ON – OFF. Hơn nữa, dựa vào giá trị điện trở của bougie xông và điện trở cảm biến, có thể tìm ra nhiệt độ bougie xông có đủ lớn cho động cơ khởi động hay không. Nhờ tín hiệu này, bộ điều khiển tín ra thời gian xông trước và cho ra

quyết định có nên tiếp tục xông hay không. Sau khi công tắc khởi động được bật, bộ điều khiển sẽ kiểm soát thời gian xông. Hoạt động của hệ thống khi nhiệt độ nước thấp hơn  $60^{\circ}\text{C}$  được mô tả trên giản đồ hình 3.19, còn sơ đồ mạch xông được trình bày trên hình 3.20.



Hình 3.19. *Giản đồ hoạt động hệ thống xông nhanh khi nhiệt độ nước thấp hơn  $60^{\circ}\text{C}$*

### **a. Khi nhiệt độ động cơ thấp hơn 60°C**

- Khi công tắc máy ON
  - Đèn báo sáng.
  - Relay xông 1 đóng, một dòng điện lớn đi qua bougie xông để mạch xông nóng lên nhanh chóng.
  - Đèn báo xông tắt sau khoảng 3,5 giây (khi đèn tắt báo hiệu động cơ có thể sẵn sàng khởi động).
- Khi công tắc máy ở vị trí start
  - Bắt đầu khởi động và hệ thống xông nhanh vẫn tiếp tục xông (đèn báo sáng lại đồng thời với công tắc đang bật ở start).
  - Relay xông 2 cũng đóng nhưng dòng điện trong mạch giảm bởi điện trở phụ.
  - Nhiệt độ bougie xông đạt gần 900°C khoảng 7 giây sau khi bắt đầu xông và relay xông 1 tắt dưới khiển của bộ điều khiển bằng cách dò giá trị điện trở của điện trở cảm biến dòng.

Tương tự như trên, dòng điện chạy qua relay xông 2 và điện trở phụ để duy trì nhiệt độ bougie xông khoảng 900°C.

Sự đóng ngắt của chế độ xông ổn định nhằm cho dây nung của bougie xông khỏi đứt khi nhiệt độ tăng lên quá mức bình thường.

- Mạch xông trước bị ngắt khi động cơ nổ và công tắc được trả về vị trí ban đầu (đèn báo xông cũng tắt).

### **b. Khi nhiệt độ động cơ cao hơn 60°C**

- Khi công tắc máy ON
  - Đèn báo xông sáng và tắt sau khoảng 0,3 giây cho biết động cơ sẵn sàng khởi động.
  - Công tắc nhiệt vẫn còn ON khi nhiệt độ động cơ trên 60°C, relay xông 1 giữ nguyên trạng thái trong chế độ điều khiển xông nhanh.
- Khi công tắc máy ở vị trí START
  - Relay xông 2 đóng, đưa điện áp máy phát đến điện trở phụ trong chế độ xông ổn định, nhờ vậy động cơ có thể sẵn sàng cho việc khởi động (đèn báo xông sáng trở lại đồng thời với công tắc ở vị trí START).

## Chương 4

---

# HỆ THỐNG ĐÁNH LỬA

---

## 4.1 Công dụng, yêu cầu và phân loại hệ thống đánh lửa

---

### 4.1.1. Công dụng

---

Hệ thống đánh lửa trên động cơ có nhiệm vụ biến nguồn điện xoay chiều hoặc một chiều có hiệu điện thế thấp (*12 hoặc 24V*) thành các xung điện thế cao (từ *15.000 đến 40.000V*). Các xung hiệu điện thế cao này sẽ được phân bố đến bougie của các xy lanh đúng thời điểm để tạo tia lửa điện cao thế đốt cháy hòa khí.

### 4.1.2 Yêu cầu

---

Một hệ thống đánh lửa làm việc tốt phải bảo đảm các yêu cầu sau:

- Hệ thống đánh lửa phải sinh ra sức điện động thứ cấp đủ lớn để phóng điện qua khe hở bougie trong tất cả các chế độ làm việc của động cơ.
- Tia lửa trên bougie phải đủ năng lượng và thời gian phóng để sự cháy bắt đầu.
- Góc đánh lửa sớm phải đúng trong mọi chế độ hoạt động của động cơ.
- Các phụ kiện của hệ thống đánh lửa phải hoạt động tốt trong điều kiện nhiệt độ cao và độ rung xóc lớn.
- Sự mài mòn điện cực bougie phải nằm trong khoảng cho phép.

### 4.1.3 Phân loại

---

Ngày nay, hệ thống đánh lửa được trang bị trên động cơ ô tô có rất nhiều loại khác nhau. Dựa vào cấu tạo, hoạt động, phương pháp điều khiển, người ta phân loại hệ thống đánh lửa theo các cách phân loại sau:

#### a. Phân loại theo phương pháp tích lũy năng lượng:

- Hệ thống đánh lửa điện cảm (*TI – Transistor Ignition system*).
- Hệ thống đánh lửa điện dung (*CDI – Capacitor Discharged Ignition system*).

#### b. Phân loại theo phương pháp điều khiển bằng cảm biến

- Hệ thống đánh lửa sử dụng vít lửa (breaker).
- Hệ thống đánh lửa sử dụng cảm biến điện từ (electromagnetic sensor) gồm 2 loại: loại nam châm đứng yên và loại nam châm quay.
- Hệ thống đánh lửa sử dụng cảm biến biến Hall.
- Hệ thống đánh lửa sử dụng cảm biến biến quang.
- Hệ thống đánh lửa sử dụng cảm biến từ trở...
- Hệ thống đánh lửa sử dụng cảm biến cộng hưởng.

#### c. Phân loại theo các phân bố điện cao áp

- Hệ thống đánh lửa có bộ chia điện-(delco) (distributor ignition system).
- Hệ thống đánh lửa trực tiếp hay không có delco (distributorless ignition system).

#### d. Phân loại theo phương pháp điều khiển góc đánh lửa sớm

- Hệ thống đánh lửa với cơ cấu điều khiển góc đánh lửa sớm bằng cơ khí (Mechanical Spark advance).
- Hệ thống đánh lửa với bộ điều khiển góc đánh lửa sớm bằng điện tử (ESA – Electronic Spark advance).

#### e. Phân loại theo kiểu ngắt mạch sơ cấp

- Hệ thống đánh lửa sử dụng vít lửa (conventional ignition system).
- Hệ thống đánh lửa sử dụng Transistor (transistor ignition system).
- Hệ thống đánh lửa sử dụng Thyristor (CDI).

## 4.2. Lý thuyết đánh lửa cho động cơ xăng

### 4.2.1 Các thông số chủ yếu của hệ thống đánh lửa

#### a. Hiệu điện thế thứ cấp cực đại $U_{2m}$

Hiệu điện thế thứ cấp cực đại  $U_{2m}$  là hiệu điện thế cực đại đo được ở hai đầu cuộn dây thứ cấp khi tách dây cao áp ra khỏi bougie. Hiệu điện thế thứ cấp cực đại  $U_{2m}$  phải đủ lớn để có khả năng tạo được tia lửa điện giữa hai điện cực của bougie, đặc biệt là lúc khởi động.

#### b. Hiệu điện thế đánh lửa $U_{dl}$

Hiệu điện thế thứ cấp mà tại đó quá trình đánh lửa xảy ra, được gọi là hiệu điện thế đánh lửa ( $U_{dl}$ ). Hiệu điện thế đánh lửa là một hàm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, tuân theo định luật Pashen.

$$U_{dl} = K \frac{P \cdot \delta}{T}$$

Trong đó:

$P$ : áp suất trong buồng đốt tại thời điểm đánh lửa.

$\delta$ : khe hở bougie.

$T$ : nhiệt độ ở điện cực trung tâm của bougie tại thời điểm đánh lửa.

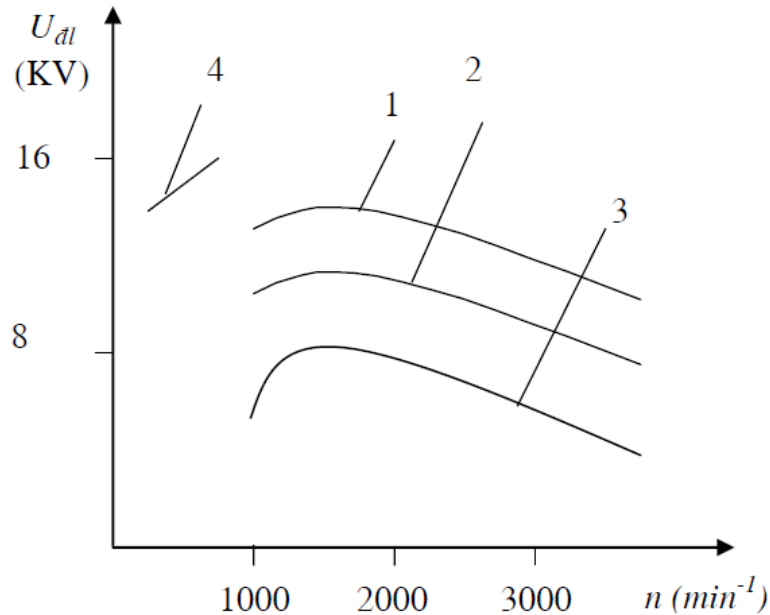
$K$ : hằng số phụ thuộc vào thành phần của hỗn hợp hòa khí.

Ở chế độ khởi động lạnh, hiệu điện thế đánh lửa  $U_{dl}$  tăng khoảng 20 đến 30% do nhiệt độ điện cực bougie thấp.

Khi động cơ tăng tốc độ, thoát tiên,  $U_{dl}$  tăng, do áp suất nén tăng, nhưng sau đó  $U_{dl}$  giảm từ từ do nhiệt độ điện cực bougie tăng và áp suất nén giảm do quá trình nạp xấu đi.

Hiệu điện thế đánh lửa có giá trị cực đại ở chế độ khởi động và tăng tốc, có giá trị cực tiểu ở chế độ ổn định khi công suất cực đại (hình 5.1).

Trong quá trình vận hành xe mới, sau 2.000 km đầu tiên,  $U_{dl}$  tăng 20% do điện cực bougie bị mài mòn. Sau đó  $U_{dl}$  tiếp tục tăng do khe hở bougie tăng. Vì vậy, để giảm  $U_{dl}$  phải hiệu chỉnh lại khe hở bougie sau mỗi 10.000 km.



Hình 5.1: *Sự phụ thuộc của hiệu điện thế đánh lửa vào tốc độ và tải của động cơ*

1. Toàn tải; 2. Nửa tải; 3. Tải nhỏ; 4. Khởi động và cầm chừng

### c. Hệ số dự trữ $K_{dt}$

Hệ số dự trữ là tỷ số giữa hiệu điện thế thứ cấp cực đại  $U_{2m}$  và hiệu điện thế đánh lửa  $U_{dt}$ :

$$K_{dt} = \frac{U_{2m}}{U_{dt}}$$

Đối với hệ thống đánh lửa thường, do  $U_{2m}$  thấp nên  $K_{dt}$  thường nhỏ hơn 1,5. Trên những động cơ xăng hiện đại với hệ thống đánh lửa điện tử, hệ số dự trữ có giá trị khá cao ( $K_{dt} = 1,5 \div 2,0$ ), đáp ứng được việc tăng tỷ số nén, tăng số vòng quay và tăng khe hở bugie.

### d. Năng lượng dự trữ $W_{dt}$

Năng lượng dự trữ  $W_{dt}$  là năng lượng tích lũy dưới dạng từ trường trong cuộn dây sơ cấp của bobine. Để đảm bảo tia lửa điện có đủ năng lượng để đốt cháy hoàn toàn hòa khí, hệ thống đánh lửa phải đảm bảo được năng lượng dự trữ trên cuộn sơ cấp của bobine ở một giá trị xác định:

$$W_{dt} = \frac{L_1 \times I_{ng}^2}{2} = 50 \div 150 \text{ mJ}$$

Trong đó:

$W_{dt}$  : năng lượng dự trữ trên cuộn sơ cấp.

$L_1$  : độ tự cảm của cuộn sơ cấp của bobine.

$I_{ng}$  : cường độ dòng điện sơ cấp tại thời điểm transistor công suất ngắt.

### e. Tốc độ biến thiên của hiệu điện thế thứ cấp S

$$S = \frac{du_2}{dt} = \frac{\Delta u_2}{\Delta t} = 300 \div 600 \text{ V}/\mu\text{s}$$

Trong đó:

$S$  : tốc độ biến thiên của hiệu điện thế thứ cấp.

$\Delta u_2$  : độ biến thiên của hiệu điện thế thứ cấp.

$\Delta t$  : thời gian biến thiên của hiệu điện thế thứ cấp.

Tốc độ biến thiên của hiệu điện thế thứ cấp S càng lớn thì tia lửa điện xuất hiện tại điện cực bougie càng mạnh, nhờ đó dòng không bị rò qua muội than trên điện cực bougie, năng lượng tiêu hao trên mạch thứ cấp giảm.

### f. Tần số và chu kỳ đánh lửa

Đối với động cơ 4 kỳ, số tia lửa xảy ra trong một giây hay còn gọi là tần số đánh lửa, được xác định bởi công thức:

$$f = \frac{nZ}{120} \quad (\text{Hz})$$

Đối với động cơ 2 thì:

$$f = \frac{nZ}{60} \quad (\text{Hz})$$

Trong đó:

$f$  : tần số đánh lửa.

$n$  : số vòng quay trục khuỷu động cơ ( $\text{min}^{-1}$ ).

$Z$  : số xylanh động cơ.

Chu kỳ đánh lửa  $T$  là thời gian giữa hai lần xuất hiện tia lửa.

$$T = 1/f = t_d + t_m$$

$t_d$ : thời gian vít ngậm hay transistor công suất dẫn bão hòa.

$t_m$ : thời gian vít hở hay transistor công suất ngắt.

Tần số đánh lửa  $f$  tỉ lệ thuận với vòng quay trục khuỷu động cơ và số xylanh. Khi tăng số vòng quay của động cơ và số xylanh, tần số đánh lửa  $f$  tăng và, do đó chu kỳ đánh lửa  $T$  giảm xuống. Vì vậy, khi thiết kế cần chú ý đến 2 thông số chu kỳ và tần số đánh lửa để đảm bảo, ở số vòng quay cao nhất của động cơ, tia lửa vẫn mạnh.

### g. Góc đánh lửa sớm $\theta$

Góc đánh lửa sớm là góc quay của trục khuỷu động cơ tính từ thời điểm xuất hiện tia lửa điện tại bougie cho đến khi piston lên tới tử điểm thượng.

Góc đánh lửa sớm ảnh hưởng rất lớn đến công suất, tính kinh tế và độ ô nhiễm của khí thải động cơ. Góc đánh lửa sớm tối ưu phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố:

$$\theta_{opt} = f(p_{b\bar{a}}, t_{b\bar{a}}, p, t_{wt}, t_{mb}, n, N_o \dots)$$

Trong đó:

$p_{bd}$  : áp suất trong buồng đốt tại thời điểm đánh lửa.

$t_{bd}$  : nhiệt độ buồng đốt.

$p$  : áp suất trên đường ống nạp.

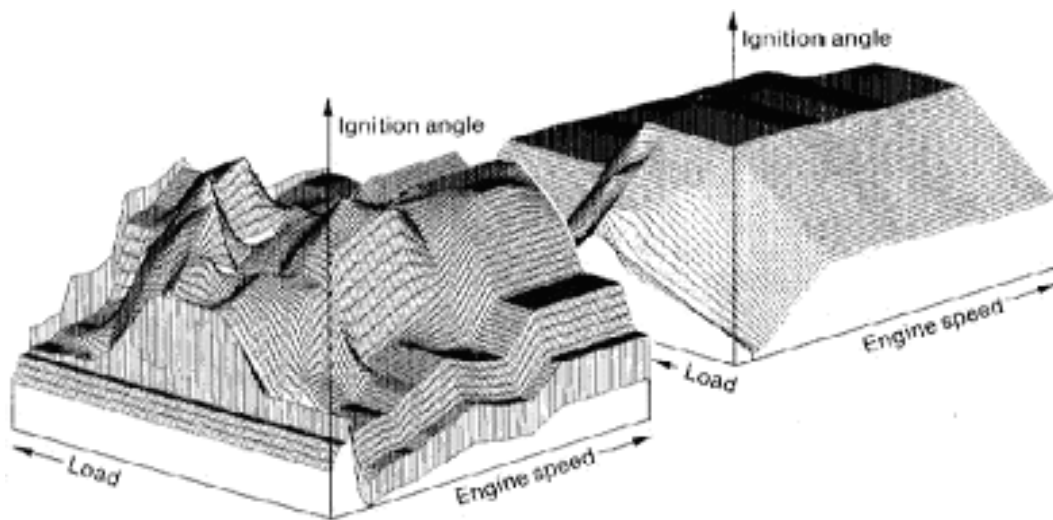
$t_{wt}$  : nhiệt độ nước làm mát động cơ.

$T_{mt}$  : nhiệt độ môi trường.

$n$  : số vòng quay của động cơ.

$N_o$  : chỉ số octan của xăng.

Ở các đời xe cũ, góc đánh lửa sớm chỉ được điều khiển theo hai thông số: tốc độ (bộ sớm ly tâm) và tải (bộ sớm áp thấp) của động cơ. Tuy nhiên, hệ thống đánh lửa ở một số xe, có trang bị thêm van nhiệt và sử dụng bộ phận đánh lửa sớm theo hai chế độ nhiệt độ. Trên các xe đời mới, góc đánh lửa sớm được điều khiển tối ưu theo chương trình phụ thuộc vào các thông số nêu trên. Trên hình 5.2 trình bày bản đồ góc đánh lửa sớm theo tốc độ và tải động cơ trên xe đời mới và xe đời cũ.



Hình 5.2: *Bản đồ góc đánh lửa sớm theo tốc độ và tải động cơ trên xe đời mới và xe đời cũ*

#### h. Năng lượng tia lửa và thời gian phóng điện

Thông thường, tia lửa điện bao gồm hai thành phần là thành phần điện dung và thành phần điện cảm. Năng lượng của tia lửa được tính bằng công thức:

$$W_P = W_C + W_L$$

Trong đó:

$$W_C = \frac{C_2 \cdot U_{dl}^2}{2}$$

$$W_L = \frac{L_2 \cdot i_2^2}{2}$$

$W_P$  : năng lượng của tia lửa.

$W_C$  : năng lượng của thành phần tia lửa có tính điện dung.



- $W_L$  : năng lượng của thành phần tia lửa có tính điện cảm.  
 $C_2$  : điện dung ký sinh của mạch thứ cấp của bougie (F).  
 $U_{dl}$  : hiệu điện thế đánh lửa.  
 $L_2$  : độ tự cảm của mạch thứ cấp (H).  
 $i_2$  : cường độ dòng điện mạch thứ cấp (A).

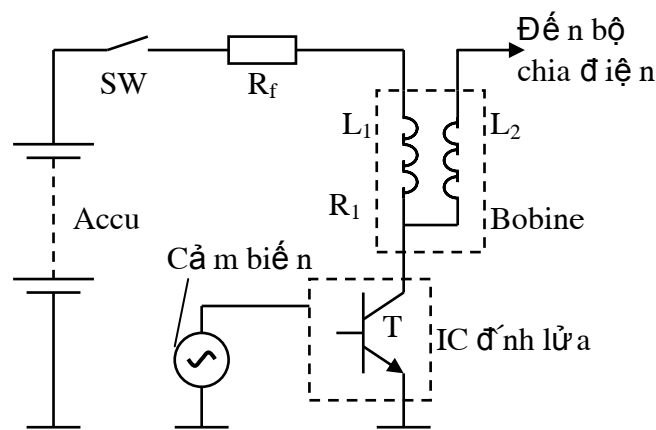
Tùy thuộc vào loại hệ thống đánh lửa mà năng lượng tia lửa có đủ cả hai thành phần điện cảm (thời gian phóng điện dài) và điện dung (thời gian phóng điện ngắn) hoặc chỉ có một thành phần.

Thời gian phóng điện giữa hai điện cực của bougie tùy thuộc vào loại hệ thống đánh lửa. Tuy nhiên, hệ thống đánh lửa phải đảm bảo năng lượng tia lửa đủ lớn và thời gian phóng điện đủ dài để đốt cháy được hòa khí ở mọi chế độ hoạt động của động cơ.

#### 4.2.2. Lý thuyết đánh lửa trong ô tô

Trong động cơ xăng 4 kỳ, hòa khí, sau khi được đưa vào trong xylanh và được trộn đều nhờ sự xoáy lốc của dòng khí, sẽ được piston nén lại. Ở một thời điểm thích hợp cuối kỳ nén, hệ thống đánh lửa sẽ cung cấp một tia lửa điện cao thế đốt cháy hòa khí và sinh công cho động cơ. Để tạo được tia lửa điện giữa hai điện cực của bougie, quá trình đánh lửa được chia làm ba giai đoạn: quá trình tăng trường của dòng sơ cấp hay còn gọi là quá trình tích lũy năng lượng, quá trình ngắt dòng sơ cấp và quá trình xuất hiện tia lửa điện ở điện cực bougie.

##### a. Quá trình tăng trường dòng sơ cấp



Hình 5.3: Sơ đồ nguyên lý hệ thống đánh lửa.

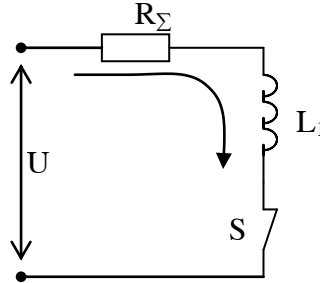
Trong sơ đồ của hệ thống đánh lửa trên:

$R_f$  : điện trở phụ.

$R_l$  : điện trở của cuộn sơ cấp.

$L_1, L_2$  : độ tự cảm của cuộn sơ cấp và thứ cấp của bobine.

$T$  : transistor công suất được điều khiển nhờ tín hiệu từ cảm biến hoặc vít lửa.



Hình 5.4: *Sơ đồ tương đương của mạch sơ cấp của hệ thống đánh lửa*

Khi transistor công suất  $T$  dẫn, trong mạch sơ cấp sẽ có dòng điện  $i_1$  từ (+) accu đến  $R_f \rightarrow L_1 \rightarrow T \rightarrow mass$ . Dòng điện  $i_1$  tăng từ từ do sức điện động tự cảm sinh ra trên cuộn sơ cấp  $L_1$  chống lại sự tăng của cường độ dòng điện. Ở giai đoạn này, mạch thứ cấp của hệ thống đánh lửa gần như không ảnh hưởng đến quá trình tăng dòng ở mạch sơ cấp. Hiệu điện thế và cường độ dòng điện xuất hiện ở mạch thứ cấp không đáng kể nên ta có thể coi như mạch thứ cấp hở. Vì vậy, ở giai đoạn này ta có sơ đồ tương đương được trình bày trên hình 5.4. Trên sơ đồ, giá trị điện trở trong của accu được bỏ qua, trong đó:

$$R_{\Sigma} = R_l + R_f$$

$$U = U_a - \Delta U_T$$

$U_a$  : hiệu điện thế của accu.

$\Delta U_T$  : độ sụt áp trên transistor công suất ở trạng thái dẫn bão hòa hoặc độ sụt áp trên vít lửa.

Từ sơ đồ hình 5.4, ta có thể thiết lập được phương trình vi phân sau:

$$i_1 R_{\Sigma} + L_1 \frac{di_1}{dt} = U \quad (5.1)$$

Giải phương trình vi phân (5-1) ta được:

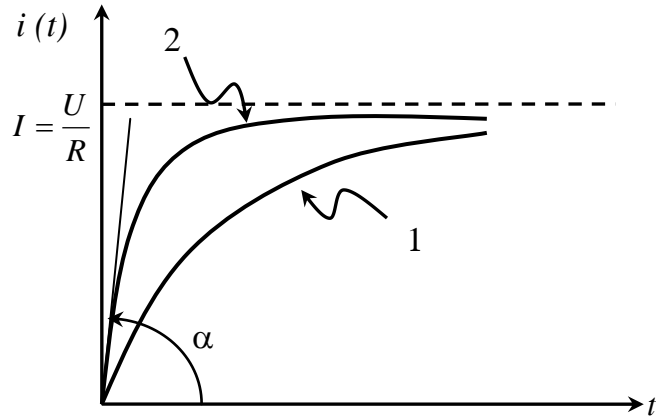
$$i_1(t) = \frac{U}{R_{\Sigma}} \left( 1 - e^{-\frac{R_{\Sigma}}{L_1} t} \right)$$

Gọi  $\tau_l = L_1/R_{\Sigma}$  là hằng số điện từ của mạch.

$$i_1(t) = (U/R_{\Sigma}) (1 - e^{-t/\tau_l}) \quad (5.2)$$

Lấy đạo hàm (5.2) theo thời gian  $t$ , ta được tốc độ tăng trưởng của dòng sơ cấp (hình 5.5). Như vậy, tốc độ tăng dòng sơ cấp phụ thuộc chủ yếu vào độ tự cảm  $L_1$ .

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{U}{L_1} e^{-t/\tau_l} \quad \frac{di_1}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{U}{L_1} = \operatorname{tg} \alpha \quad \frac{di_1}{dt} \Big|_{t=\infty} = 0$$



Hình 5.5: **Quá trình tăng trưởng dòng sơ cấp  $i_1$ .**

Với bobine xe đời cũ với độ tự cảm lớn (đường 1), tốc độ tăng dòng sơ cấp chậm hơn so với bobine xe đời mới với độ tự cảm nhỏ (đường 2). Chính vì vậy, lửa sẽ yếu khi tốc độ càng cao. Trên các xe đời mới, hiện tượng này được khắc phục nhờ sử dụng bobine có  $L_1$  nhỏ.

Đồ thị cho thấy độ tự cảm  $L_1$  của cuộn sơ cấp càng lớn thì tốc độ tăng trưởng dòng sơ cấp  $i_1$  càng giảm.

Gọi  $t_d$  là thời gian transistor công suất dẫn thì cường độ dòng điện sơ cấp  $I_{ng}$  tại thời điểm đánh lửa khi transistor công suất ngắt là:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{\Sigma}} (1 - e^{-t_d/\tau_1}) \quad (5.3)$$

Trong đó:

$$t_d = \gamma_d \cdot T = \gamma_d \cdot 120 / (n \cdot Z) \quad (5.3a)$$

$T$  : chu kỳ đánh lửa (s).

$n$  : số vòng quay trục khuỷu động cơ ( $min^{-1}$ ).

$Z$  : số xylanh của động cơ.

$\gamma_d$  : Thời gian tích lũy năng lượng tương đối.

Trên các xe đời cũ, tỷ lệ thời gian tích lũy năng lượng  $\gamma_d = 2/3$ , còn ở các xe đời mới nhờ cơ cấu hiệu chỉnh thời gian tích lũy năng lượng (góc ngậm) nên  $\gamma_d < 2/3$ .

$$\Rightarrow I_{ng} = \frac{U}{R_{\Sigma}} (1 - e^{\gamma_d \frac{-120}{nZ} \cdot \frac{1}{\tau_1}}). \quad (5.4)$$

Từ biểu thức (5.4), ta thấy  $I_{ng}$  phụ thuộc vào tổng trở của mạch sơ cấp ( $R_{\Sigma}$ ), độ tự cảm của cuộn sơ cấp ( $L_1$ ), số vòng quay trục khuỷu động cơ ( $n$ ), và số xylanh ( $Z$ ). Nếu  $R_{\Sigma}$ ,  $L_1$ ,  $Z$  không đổi thì khi tăng số vòng quay trục khuỷu động cơ ( $n$ ), cường độ dòng điện  $I_{ng}$  sẽ giảm.

Tại thời điểm đánh lửa, năng lượng đã được tích lũy trong cuộn dây sơ cấp dưới dạng từ trường:

$$W_{dt} = \frac{I_{ng}^2 \cdot L}{2} = \frac{L_l}{2} \times \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} (1 - e^{t_d/\tau_l})^2$$

$$W_{dt} = \frac{L_l \cdot U^2}{2R_{\Sigma}^2} = \frac{L_l}{2} \times \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} (1 - 2e^{-a} + e^{-2a}) \quad (5.5)$$

Trong đó:

$W_{dt}$ : Năng lượng tích lũy trong cuộn sơ cấp.

$$a = \frac{t_d}{\tau_1} = \frac{R_{\Sigma}}{L_l} t_d$$

Hàm  $W_{dt} = f(a)$  (5.5) đạt được giá trị cực đại, tức nhận được năng lượng từ hệ thống cấp điện nhiều nhất khi:

$$a = \frac{R_{\Sigma}}{L_l} t_d = 1,256 \quad (5.6)$$

Đối với hệ thống đánh lửa thường và hệ thống đánh lửa bán dẫn loại không có mạch hiệu chỉnh thời gian tích lũy năng lượng  $t_d$ , điều kiện (5.6) không thể thực hiện được vì  $t_d$  là giá trị thay đổi phụ thuộc vào tốc độ  $n$  của động cơ (5.3a). Sau khi đạt được giá trị  $U/R_{\Sigma}$ , dòng điện qua cuộn sơ cấp sẽ gây tiêu phí năng lượng vô ích, tỏa nhiệt trên cuộn sơ cấp và điện trở phụ. Trên các xe đời mới, nhược điểm trên được loại trừ nhờ mạch hiệu chỉnh thời gian tích lũy năng lượng  $t_d$  (Dwell Control).

Lượng nhiệt tỏa ra trên cuộn sơ cấp của bobine  $W_n$  được xác định bởi công thức sau:

$$W_n = \int_0^{t_d} i_1^2 \cdot R_1 \cdot dt$$

$$W_n = \int_0^{t_d} \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} R_1 (1 - 2e^{-t/\tau_1} + e^{-2t/\tau_1}) dt$$

$$W_n = \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} R_1 \left[ t + 2\tau_1(1 - e^{-2t/\tau_1}) + (\tau_1/2)(1 - e^{-2t/\tau_1}) \right] \Big|_0^{t_d}$$

$$W_n = \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} R_1 (t_d + 2\tau_1 e^{-t/\tau_1} - (\tau_1/2) e^{-2t/\tau_1}) \quad (5.7)$$

Công suất tỏa nhiệt  $P_n$  trên cuộn dây sơ cấp của bobine:

$$P_n = \frac{1}{T} \int_0^{t_d} i_1^2 R_1 dt$$

$$P_n = \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} R_1 \left[ \frac{t_d}{T} - 2 \frac{\tau_1}{T} (1 - e^{-t_d/\tau_1}) + \frac{\tau_1}{2T} (1 - e^{-2t_d/\tau_1}) \right] \quad (5.8)$$

Khi công tắc máy ở vị trí ON mà động cơ không hoạt động, công suất tỏa nhiệt trên bobine là lớn nhất:

$$P_{n \max} \approx \frac{U^2}{R_{\Sigma}^2} R_1$$

Thực tế khi thiết kế,  $P_{nmax}$  phải nhỏ hơn 30 W để tránh tình trạng nóng bobine. Vì nếu  $P_{nmax} \geq 30W$ , nhiệt lượng sinh ra trên cuộn sơ cấp lớn hơn nhiệt lượng tiêu tán.

Trong thời gian tích lũy năng lượng, trên cuộn thứ cấp cũng xuất hiện một sức điện động tương đối nhỏ, chỉ xấp xỉ 1.000 V.

$$e_2 = K_{bb} L_1 \frac{di_1}{dt}$$

Trong đó:

$e_2$  : sức điện động trên cuộn thứ cấp.

$K_{bb}$  : hệ số biến áp của bobine.

Sức điện động này bằng 0 khi dòng điện sơ cấp đạt giá trị  $U/R_{\Sigma}$ .

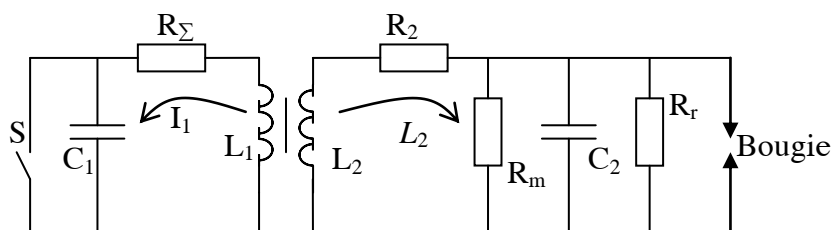
### b. Quá trình ngắt dòng sơ cấp

Khi transistor công suất ngắt, dòng điện sơ cấp và từ thông do nó sinh ra giảm đột ngột. Trên cuộn thứ cấp của bobine sẽ sinh ra một hiệu điện thế vào khoảng từ 15 KV ÷ 40 kV. Giá trị của hiệu điện thế thứ cấp phụ thuộc vào rất nhiều thông số của mạch sơ cấp và thứ cấp. Để tính toán hiệu điện thế thứ cấp cực đại, ta sử dụng sơ đồ tương đương được trình bày trên hình 5.6.

Trong sơ đồ này:

$R_m$  : điện trở mất mát.

$R_r$  : điện trở rò qua điện cực bougie.



Hình 5.6: Sơ đồ tương đương của hệ thống đánh lửa

Bỏ qua hiệu điện thế accu vì hiệu điện thế accu rất nhỏ so với hiệu điện thế xuất hiện trên cuộn sơ cấp lúc transistor công suất ngắt. Ta xét trường hợp không tải, có nghĩa là dây cao áp được tách ra khỏi bougie. Tại thời điểm transistor công suất ngắt, năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn sơ cấp của bobine được chuyển thành năng lượng điện trường chứa trên tụ điện  $C_1$  và  $C_2$  và một phần mất mát. Để xác định hiệu điện thế thứ cấp cực đại  $U_{2m}$  ta lập phương trình cân bằng năng lượng lúc transistor công suất ngắt:

$$\frac{I_{ng}^2 \cdot L_1}{2} = \frac{C_1 \cdot U_{1m}^2}{2} + \frac{C_2 \cdot U_{2m}^2}{2} + A$$

Trong đó:

$C_1$ : điện dung của tụ điện mắc song song với vít lửa hoặc transistor công suất.

$C_2$ : điện dung ký sinh trên mạch thứ cấp.

$U_{1m}, U_{2m}$ : hiệu điện thế trên mạch sơ cấp và thứ cấp lúc transistor công suất ngắt.

A: năng lượng mất mát do dòng rò, dòng fucô trong lõi thép của bobine

$$U_{2m} = K_{bb} \cdot U_{1m}$$

$K_{bb} = W_2/W_1$ : hệ số biến áp của bobine.

$W_1, W_2$ : số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

$$\Rightarrow I_{ng}^2 \cdot L_1 = C_1 + \frac{U_{2m}^2}{K_{bb}^2} + C_2 \cdot U_{2m}^2$$

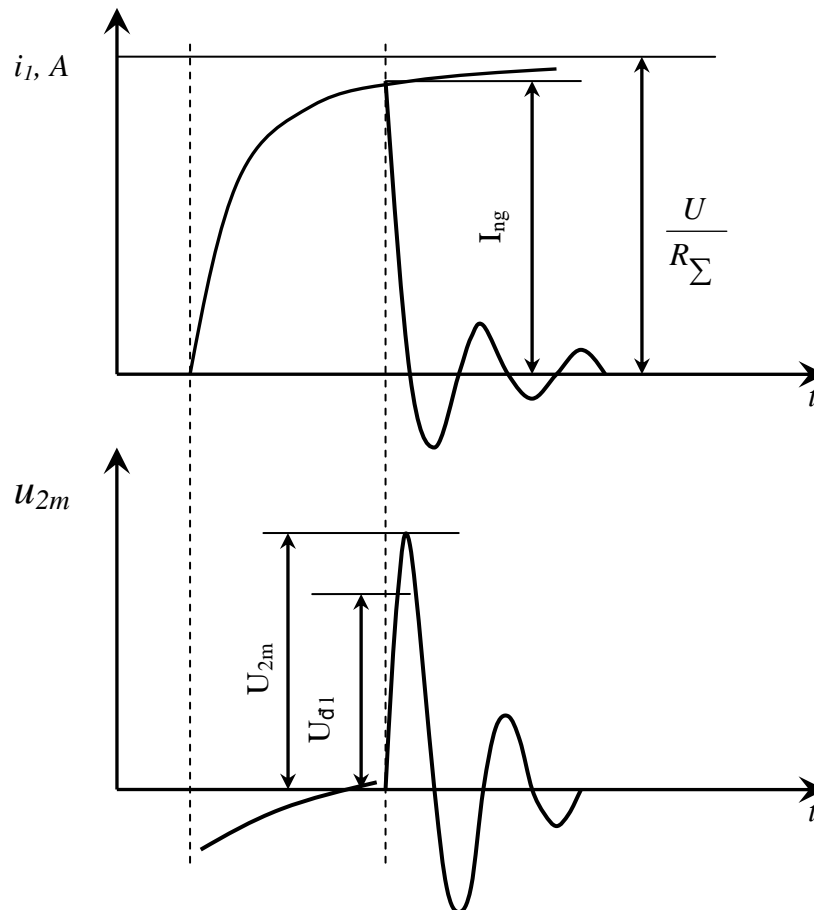
$$U_{2m}^2 \times \left( \frac{C_1}{K_{bb}^2} + C_2 \right) = I_{ng}^2 \cdot L_1$$

$$U_{2m} = K_{bb} I_{ng} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + K_{bb}^2 \cdot C_2}} \cdot \eta$$

$$U_{2m} = K_{bb} \sqrt{\frac{L_1 \cdot I_{ng}^2}{C_1 + K_{bb}^2 \cdot C_2}} \cdot \eta$$

$$U_{2m} = K_{bb} \sqrt{\frac{2W_{dt}}{C_1 + K_{bb}^2 \cdot C_2}} \cdot \eta \quad (5.9)$$

$\eta$ : Hệ số tính đến sự mất mát trong mạch dao động,  $\eta = 0,7 \div 0,8$ .



Hình 5.7: **Qui luật biến đổi của dòng điện sơ cấp  $i_1$  và hiệu điện thế thứ cấp  $u_{2m}$**

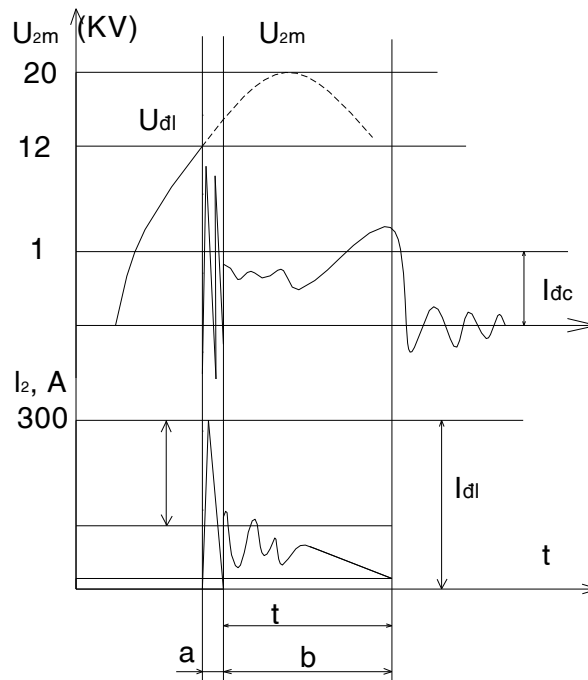
Qui luật biến đổi dòng điện sơ cấp  $i_1$  và hiệu điện thế thứ cấp  $u_{2m}$  được biểu diễn trên hình 5.7.

Khi transistor công suất ngắt, cuộn sơ cấp sẽ sinh ra một sức điện động khoảng  $100 - 300V$ .

### c. Quá trình phóng điện ở điện cực bougie

Khi điện áp thứ cấp  $u_2$  đạt đến giá trị  $U_{dl}$ , tia lửa điện cao thế sẽ xuất hiện giữa hai điện cực của bougie. Bằng thí nghiệm người ta chứng minh được rằng tia lửa xuất hiện ở điện cực bougie gồm hai thành phần là thành phần điện dung và thành phần điện cảm.

Thành phần điện dung của tia lửa do năng lượng tích lũy trên mạch thứ cấp được qui ước bởi điện dung ký sinh  $C_2$ . Tia lửa điện dung được đặc trưng bởi sự sụt áp và tăng dòng đột ngột. Dòng có thể đạt vài chục Ampere (hình 5.8).



a. Thời gian tia lửa điện dung.

b. Thời gian tia lửa điện cảm.

Hình 5.8: **Quy luật biến đổi hiệu điện thế thứ cấp  $U_{2m}$  và cường độ dòng điện thứ cấp  $i_2$  khi transistor công suất ngắt.**

Mặc dù năng lượng không lớn lắm ( $C_2 \cdot U_{dl}^2 / 2$ ) nhưng công suất phát ra bởi thành phần điện dung của tia lửa nhờ thời gian rất ngắn ( $1 \mu s$ ) nên có thể đạt hàng chục, có khi tới hàng trăm kW. Tia lửa điện dung có màu xanh sáng kèm theo tiếng nổ lách tách đặc trưng.

Dao động với tần số cao ( $10^6 \div 10^7 Hz$ ) và dòng lớn, tia lửa điện dung gây nhiễu vô tuyến và mài mòn điện cực bougie. Để giải quyết vấn đề vừa nêu, trên mạch thứ cấp (như nắp delco, mỏ quét, dây cao áp) thường được mắc thêm các điện trở. Trong các ô tô đời mới, người ta dùng dây cao áp có lõi bằng than để tăng điện trở.

Do tia lửa xuất hiện trước khi hiệu điện thế thứ cấp đạt giá trị  $U_{2m}$  nên năng lượng của tia lửa điện dung chỉ là một phần nhỏ của năng lượng phóng qua bougie. Phần năng lượng còn lại sẽ hình thành tia lửa điện cảm. Dòng qua bougie lúc này chỉ vào khoảng  $20 \div 40 mA$ . Hiệu điện thế giữa hai cực bougie giảm nhanh đến giá trị  $400 \div 500 V$ . Thời gian kéo dài của tia lửa điện cảm gấp  $100$  đến  $1.000$  lần thời gian tia lửa điện dung và thời gian này phụ thuộc vào loại bobine, hệ hờ bougie và chế độ làm việc của động cơ. Thường thì

thời gian tia lửa điện cảm vào khoảng 1 đến 1,5 ms. Tia lửa điện cảm có màu vàng tím, còn được gọi là đuôi lửa.

Trong thời gian xuất hiện tia lửa điện, năng lượng tia lửa  $W_p$  được tính bởi công thức:

$$W_p = \int_0^{t_p} U_{dl} i_2(t) dt$$

$t_p$ : thời gian xuất hiện tia lửa điện trên điện cực bougie.

Trên thực tế, ta có thể sử dụng công thức gần đúng:

$$W_p \approx 0,5 \cdot I_{Ptb} \cdot U_{Ptb} \cdot t_{Ptb}$$

Trong đó:

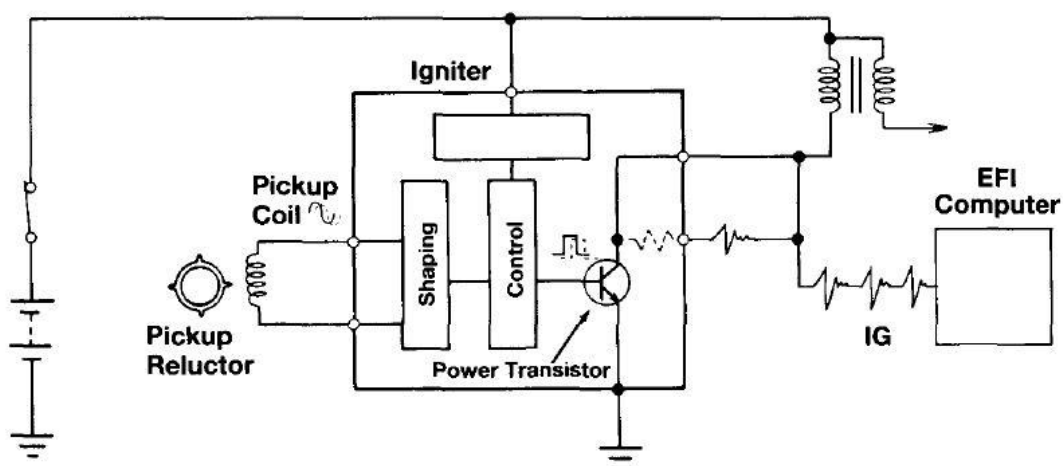
$I_{Ptb}$ ,  $U_{Ptb}$  và  $t_{Ptb}$  lần lượt là cường độ dòng điện trung bình, hiệu điện thế trung bình và thời gian xuất hiện tia lửa trung bình giữa hai điện cực của bougie.

Kết quả tính toán và thực nghiệm cho thấy rằng, ở tốc độ thấp của động cơ,  $W_p$  có giá trị khoảng 20 ÷ 50 mJ.

### 4.3. Các Chi tiết và linh kiện dùng trong hệ thống

#### 4.3.1 Sơ đồ và cấu tạo các phần tử

Những thiết bị chủ yếu của HTĐL này là biến áp đánh lửa (bobine), điện trở phụ, bộ chia điện, bougie đánh lửa, khoá điện và nguồn điện một chiều (accu hoặc máy phát). Sơ đồ của hệ thống đánh lửa này trình bày trên hình dưới đây:



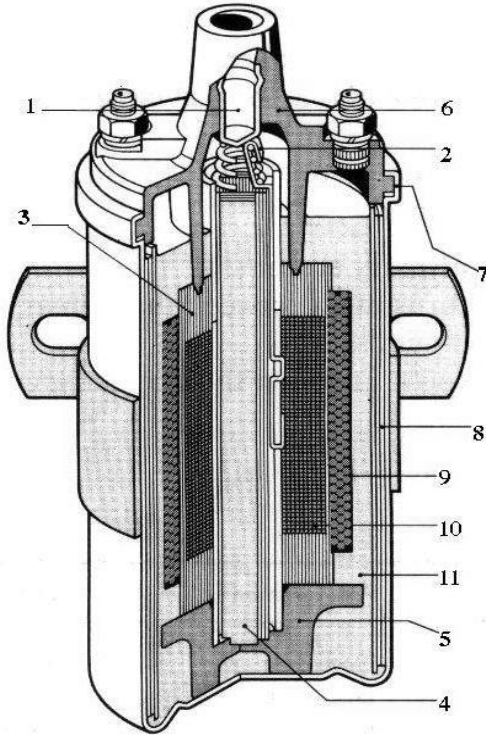
Hình 5.11: Sơ đồ hệ thống đánh lửa



## 1. Cấu tạo các chi tiết

### \* *Biến áp đánh lửa (bobine)*

Đây là một loại biến áp cao thế đặc biệt nhằm biến những xung điện có hiệu điện thế thấp (6, 12 hoặc 24V) thành các xung điện có hiệu điện thế cao (12.000 ÷ 40.000V) để phục vụ cho việc tạo ra tia lửa ở bougie.



1. Lỗ cắm dây cao áp
2. Lò xo nổi
3. Cuộn giấy cách điện
4. Lõi thép từ
5. Sứ cách điện
6. Nắp cách điện
7. Vỏ
8. Ống thép từ
9. Cuộn sơ cấp
10. Cuộn thứ cấp
11. Đệm cách điện

Hình 5.12: *Cấu tạo bobine*

Trên hình 5.12 vẽ mặt cắt dọc của một biến áp đánh lửa

Lõi thép từ được ghép bằng các lá thép biến thể dày  $0,35\text{mm}$  và có lớp cách mặt để giảm ảnh hưởng của dòng điện xoáy (dòng Fucô). Lõi thép được chèn chặt trong ống các tông cách điện mà trên đó người ta quấn cuộn dây thứ cấp, gồm rất nhiều vòng dây ( $W_2 = 19.000 \div 26.000$  vòng) đường kính  $0,07 \div 0,1\text{ mm}$ . Giữa các lớp dây của cuộn  $W_2$  có hai lớp giấy cách điện mỏng mà chiều rộng của lớp giấy rất lớn so với khoảng quấn dây để tránh trùng chéo các lớp dây và tránh bị đánh điện qua phần mặt bên của cuộn dây. Lớp dây đầu tiên kể từ ống các tông trong cùng và bốn lớp dây tiếp theo đó người ta không quấn các vòng dây sát nhau mà quấn cách nhau khoảng  $1 \div 1,5\text{ mm}$ . Đầu của vòng dây đầu tiên đó được hàn ngay với lõi thép rồi thông qua lò xo dẫn lên điện cực trung tâm (cực cao thế) của nắp cách điện.

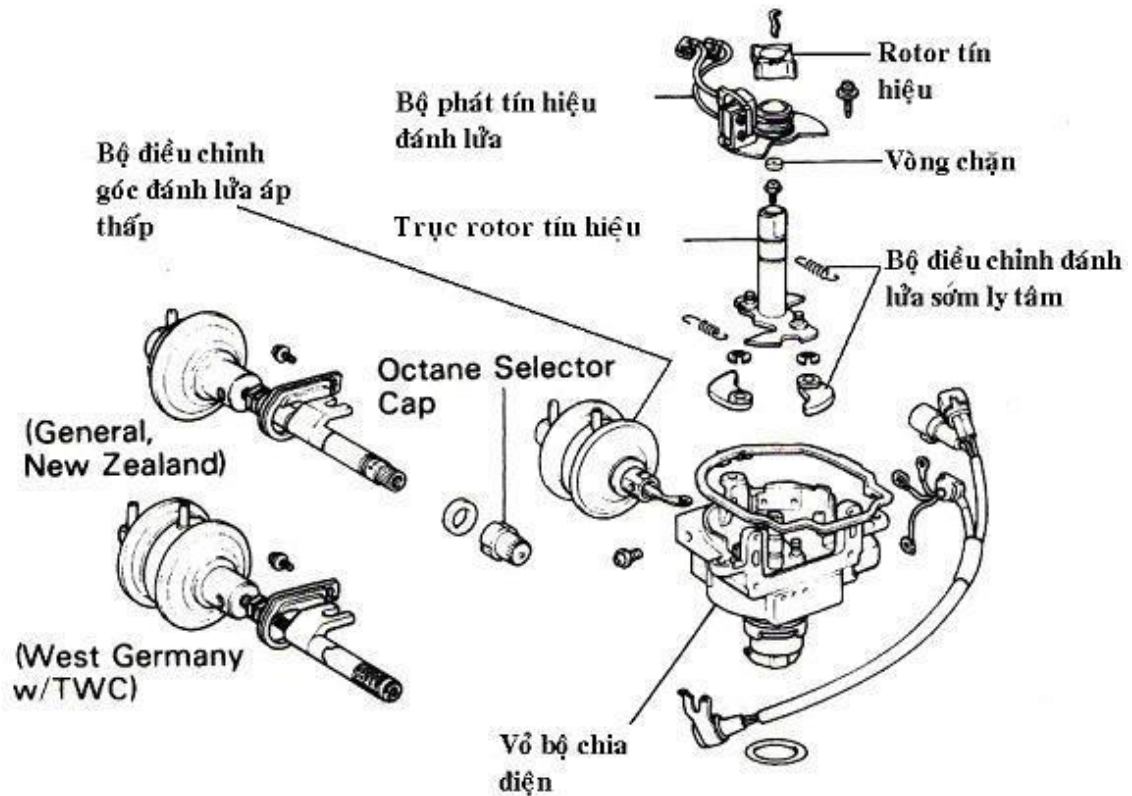
Cuộn thứ cấp, sau khi đã quấn xong, được cố định trong ống các tông cách điện, mà trên đó có quấn cuộn dây sơ cấp với số vòng dây không lớn lắm ( $W_1 = 250 \div 400$  vòng), cỡ dây  $0,69 \div 0,8\text{ mm}$ . Một đầu của cuộn sơ cấp được hàn vào một vít bắt dây khác trên nắp. Hai vít bắt dây này rộng trong và to hơn vít thứ (vít gá hộp điện trở phụ). Toàn bộ khối gồm các cuộn dây và lõi thép đó được đặt trong ống thép từ, ghép bằng những lá thép biến thể uốn cong theo mặt trụ hở và các khe hở của những lá thép này đặt chệch nhau. Cuộn dây và ống thép đặt trong vỏ thép và cách điện ở phía đáy bằng miếng sứ, nắp là nắp cách điện làm bằng vật liệu cách điện cao cấp.

Đa số các bobine trước đây có dầu biến thế bên trong giải nhiệt, nhưng yêu cầu làm kín tương đối khó. Hiện nay, việc điều khiển thời gian ngâm điện bằng điện tử giúp các

bobine ít nóng. Đồng thời, để đảm bảo năng lượng đánh lửa lớn ở tốc độ cao, người ta tăng cường độ dòng ngắt và giảm độ tự cảm cuộn dây sơ cấp. Chính vì vậy, các bobine ngày nay có kích thước rất nhỏ, có mạch từ kín và không cần dầu biến áp để giải nhiệt. Các bobine loại này được gọi là bobine khô.

\* **Bộ chia điện**

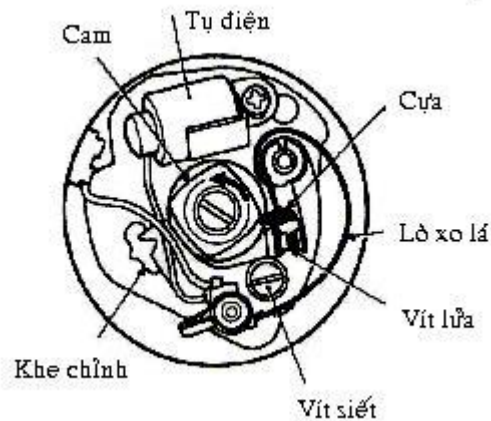
Bộ chia điện là một thiết bị quan trọng trong hệ thống đánh lửa. Nó có nhiệm vụ tạo nên những xung điện ở mạch sơ cấp của HTĐL và phân phối điện cao thế đến các xy lanh theo thứ tự nổ của động cơ đúng thời điểm. Bộ chia điện có thể chia làm ba bộ phận: bộ phận tạo xung điện, bộ phận chia điện cao thế và các cơ cấu điều chỉnh góc đánh lửa.



Hình 5.13: Cấu tạo bộ chia điện

\* **Bộ phận tạo xung điện**

Hình 5.14 giới thiệu bộ phận tạo xung kiểu vít lửa, gồm những chi tiết chủ yếu như: cam 1, mâm tiếp điểm, tụ điện.



Hình 5.14: **Bộ phận tạo xung của bộ chia điện**

Cam 1 lắp lỏng trên trục bộ chia điện và mắc vào bộ điều chỉnh ly tâm. Mâm tiếp điểm trong các bộ chia điện gồm hai mâm: mâm trên (mâm di động), mâm dưới (mâm cố định) và giữa chúng có ổ bi. Trong bộ chia điện của một số xe có thể chỉ có một mâm. Ở mâm trên có: giá má vít tĩnh, cần tiếp điểm (giá má vít động) để tạo nên tiếp điểm; miếng dạ bôi trơn và lao cam; chốt để mắc với bộ điều chỉnh góc đánh lửa; giá bắt dây; và đôi khi có thể đặt ngay trên mâm tiếp điểm. Giữa mâm trên và mâm dưới có dây nối mass. Mâm trên có thể quay tương ứng với mâm dưới một góc để phục vụ cho việc điều chỉnh góc đánh lửa sớm.

Má vít tĩnh phải tiếp mass thật tốt còn cần tiếp điểm có thể quay quanh chốt, phải cách điện với mass và được nối với vít bắt dây ở phía bên của bộ chia điện bằng các đoạn dây và thông qua lò xo. Tiếp điểm bình thường ở trạng thái đóng nhờ lò xo lá, còn khe hở giữa các má vít, khi nó ở trạng thái mở hết, thường bằng  $0,3 \div 0,5 \text{ mm}$  và được điều chỉnh bằng cách nới vít hãm, rồi xoay vít điều chỉnh lệch tâm để phần lệch tâm của vít điều chỉnh sẽ tác dụng lên bên nặng của giá má vít tĩnh làm cho nó xoay quanh chốt một ít, dẫn đến thay đổi khe hở của tiếp điểm.

Khi phần cam quay các vấu cam sẽ lần lượt tác động lên gó cách điện của cần tiếp điểm làm cho tiếp điểm mở ra, còn khi qua vấu cam, tiếp điểm lại đóng lại dưới tác dụng của lò xo lá.

**Các cơ cấu điều chỉnh góc đánh lửa:** Bộ phận này gồm 3 cơ cấu điều chỉnh góc đánh lửa.

- Bộ điều chỉnh góc đánh lửa ly tâm.
- Bộ điều chỉnh góc đánh lửa chân không.
- Bộ điều chỉnh góc đánh lửa theo trị số octan.

**Bộ điều chỉnh góc đánh lửa ly tâm:** tên gọi đầy đủ là bộ điều chỉnh góc đánh lửa sớm theo số vòng quay kiểu ly tâm. Bộ điều chỉnh này làm việc tự động tùy thuộc vào tốc độ của động cơ.

Về cấu tạo, bộ điều chỉnh góc đánh lửa ly tâm gồm (hình 5.13): giá đỡ quả văng được lắp chặt với trục của bộ chia điện; hai quả văng được đặt trên giá và có thể xoay

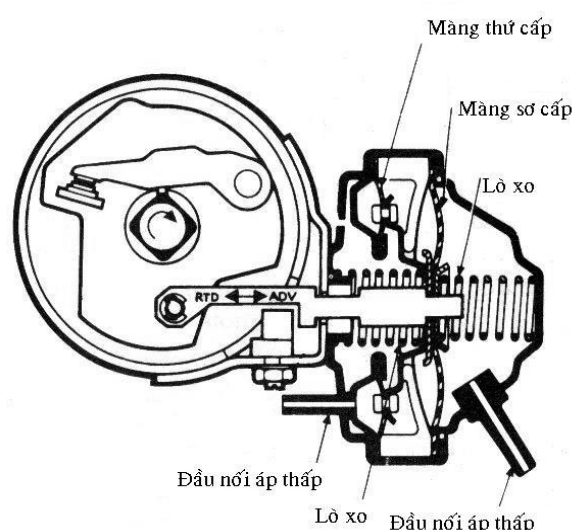
quanh chốt quay của quả văng đồng thời cũng là giá móc lò xo; các lò xo một đầu mắc vào chốt còn đầu kia móc vào giá trên quả văng và luôn luôn kéo các quả văng về phía trục. Trên mỗi quả văng có một chốt và bằng hai chốt này bộ điều chỉnh ly tâm được gài vào hai rãnh trên thanh ngang của phân cam.

### **Bộ điều chỉnh góc đánh lửa chân không:**

Bộ điều chỉnh góc đánh lửa chân không còn có tên gọi đầy đủ là bộ điều chỉnh góc đánh lửa sớm theo phụ tải động cơ, kiểu chân không. Cơ cấu này cũng làm việc tự động tùy thuộc vào mức tải của động cơ.

Cấu tạo bộ điều chỉnh góc đánh lửa sớm theo phụ tải được trình bày trên hình 5.15. Bộ điều chỉnh gồm: một hộp kín bằng cách ghép hai nửa lại với nhau. Màng đàn hồi ngăn cách giữa hai buồng, một buồng luôn luôn thông với khí quyển và chịu áp suất của khí quyển, còn buồng kia thông với lỗ ở phía bướm ga bằng ống nối và chịu ảnh hưởng của sự thay đổi áp suất ở phía dưới bướm ga.

Hình 5.15: Cấu tạo bộ điều chỉnh góc đánh lửa chân không



Trên màng có gắn cần kéo, mà một đầu được mắc vào chốt của mâm tiếp điểm (mâm trên). Lò xo luôn ép màng về một phía và sức căng của lò xo được điều chỉnh bằng các đệm. Toàn bộ bộ điều chỉnh được bắt vào thành bên của bộ chia điện bằng hai vít.

### **Bộ điều chỉnh góc đánh lửa theo trị số octane của nhiên liệu**

Bộ điều chỉnh này có mặt trên một số động cơ ô tô có thể dùng nhiều loại xăng khác nhau với trị số octane và tốc độ cháy của chúng khác nhau, do vậy góc đánh lửa sớm phải thay đổi theo trị số octane.

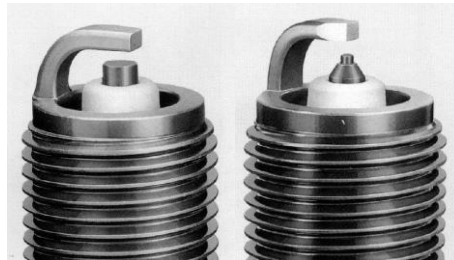
#### **\* Bougie và cách chọn lựa bougie**

Bougie đóng vai trò rất quan trọng trong hoạt động của động cơ xăng. Đó là nơi xuất hiện tia lửa ban đầu để đốt cháy hòa khí, vì vậy, nó ảnh hưởng trực tiếp đến công suất của động cơ, lượng tiêu hao nhiên liệu cũng như độ ô nhiễm của khí thải. Do điện cực bougie đặt trong buồng đốt nên điều kiện làm việc của nó rất khắc nghiệt: nhiệt độ ở kỳ cháy có thể lên đến  $2500^{\circ}\text{C}$  và áp suất đạt  $50\text{kG}/\text{cm}^2$ . Ngoài ra bougie còn chịu sự thay đổi đột ngột về áp suất lẫn nhiệt độ, các dao động cơ khí, sự ăn mòn hoá học và điện thế cao áp. Chính vì vậy, các hư hỏng trên động cơ xăng thường liên quan đến bougie.

Hiệu điện thế cần thiết đặt vào bougie để có thể phát sinh tia lửa tuân theo định luật Pashen. Khả năng xuất hiện tia lửa trên điện cực bougie ở hiệu điện thế cao (khó đánh lửa) hay thấp (dễ đánh lửa) phụ thuộc vào áp suất trong xy lanh ở cuối quá trình nén, khe hở bougie và nhiệt độ của điện cực trung tâm của bougie. Áp suất trong xy lanh càng cao thì càng khó đánh lửa. Vì vậy, những động cơ có tỷ số nén cao đòi hỏi phải sử dụng hệ thống

đánh lửa có điện thế thứ cấp (của bobine) cao hơn. Điều đó cũng có nghĩa là khi thử bougie ở ngoài thấy xuất hiện tia lửa nhưng khi gắn vào động cơ chưa chắc có lửa. Khe hở càng lớn thì quá trình cháy sẽ tốt hơn nhưng càng khó đánh lửa và mau mòn điện cực. Trong trường hợp này, ta sẽ nghe thấy tiếng “lụp bụp” đặc trưng khi lên ga cao vì mất lửa. Nếu khe hở nhỏ quá, diện tích tiếp xúc của tia lửa với hoà khí ít, làm giảm công suất động cơ (máy yếu), tăng ô nhiễm và tiêu hao nhiên liệu (vì không đốt hết). Khe hở quá nhỏ cũng làm bougie dễ bị “chết” do muội than bám vào điện cực. Khe hở cho phép của bougie phụ thuộc vào hiệu điện thế cực đại của cuộn dây thứ cấp trong bobine đã được thiết kế cho từng loại động cơ. Vì vậy, ta phải chỉnh khe hở theo thông số của nhà chế tạo.

Các thông số về bougie (chủng loại, khe hở...) thường được nhà chế tạo cung cấp và được ghi ở trong khoang động cơ. Tuy nhiên, đối với một số xe nhập từ Mỹ hoặc châu Âu, ta không nên sử dụng bougie ghi trên xe vì điều kiện làm việc của động cơ lần điều kiện khí hậu ở nước ta đều khác. Do điện cực bougie bị mòn trong quá trình phóng tia lửa điện (tốc độ mòn trung bình đối với bougie loại thường:  $0.01 \div 0.02\text{mm}/1,000\text{km}$ ), ta phải chỉnh lại khe hở định kỳ. Thời gian bảo dưỡng bougie phụ thuộc vào loại bougie và tình trạng động cơ. Bougie có điện cực làm bằng đồng (loại rẻ tiền) phải chỉnh khe hở sau mỗi  $10.000\text{ km}$ . Bougie có điện cực platin (loại đắt tiền) chỉ phải bảo dưỡng sau  $80.000\text{ km}$  tính từ lúc thay. Loại bougie này thường được sử dụng trên các xe khó mở bougie. Đối với bougie platin, khi bảo dưỡng, chỉ chỉnh khe hở mà không được đánh sạch điện cực bằng giấy nhám vì điện cực chỉ được hàn một lớp mỏng kim loại quý hiếm này.



*Loại thường*

*Loại platin*

Cực tính của điện áp thứ cấp đặt vào bougie để tạo ra tia lửa cũng rất quan trọng. Nếu bạn đấu đúng đầu dây của cuộn sơ cấp (đầu + nối với điện trở phụ hoặc công tắc máy, đầu - nối với IC đánh lửa hoặc vít lửa), thì điện thế đặt vào điện cực trung tâm phải mang dấu âm. Trong trường hợp ngược lại, nếu đấu lộn dây, điện áp cần thiết để tạo ra tia lửa trên bougie sẽ tăng lên khoảng 20%, tức khó đánh lửa hơn. Sở dĩ như vậy là vì các hạt điện tử trong trường hợp sau khó xuất phát từ điện cực bìa do nhiệt độ của nó thấp hơn điện cực giữa.

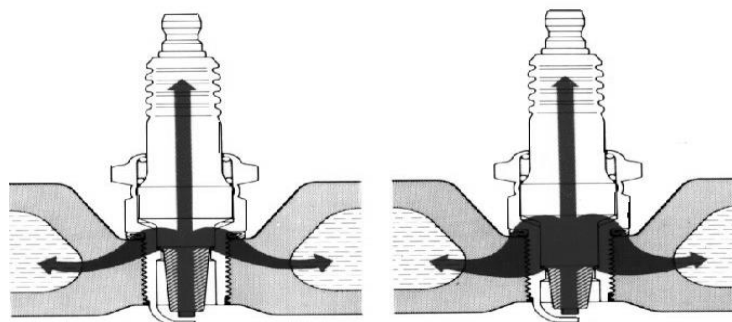
#### \* *Bougie nóng và bougie lạnh*

Nhiệt độ tối ưu ở điện cực trung tâm của bougie khi tia lửa bắt đầu xuất hiện thường khoảng  $850^{\circ}\text{C}$ , vì ở nhiệt độ này, các chất bám vào điện cực bougie như muội than sẽ tự bốc cháy (nhiệt độ tự làm sạch). Nếu nhiệt độ quá thấp ( $< 500^{\circ}\text{C}$ ), muội than sẽ tích tụ trên bougie làm chập điện cực, dễ gây mất lửa khi khởi động động cơ vào buổi sáng hoặc khi dư xăng. Nhiệt độ quá cao ( $> 1000^{\circ}\text{C}$ ) sẽ dẫn đến cháy sớm (chưa đánh lửa mà hoà khí đã bốc cháy) làm hư piston. Điều đó giải thích tại sao ở một số xe đời cũ, khi ta đã tắt công tắc máy (tức bougie không còn đánh lửa) mà động cơ vẫn nổ (hiện tượng dieseling).

Để giữ được nhiệt độ tối ưu ở điện cực trung tâm của bougie, người ta thiết kế chiều dài phân sứ cách điện ở điện cực này khác nhau dựa vào điều kiện làm việc của động

cơ, vì vậy, bougie được chia làm 2 loại: nóng và lạnh. Nếu động cơ làm việc thường xuyên ở chế độ tải lớn hoặc tốc độ cao dẫn tới nhiệt độ buồng đốt cao, nên sử dụng bougie lạnh, với phần sứ ngắn (xem hình) để tải nhiệt nhanh. Ngược lại, nếu thường chạy xe ở tốc độ thấp và chờ ít người, bạn hãy sử dụng bougie nóng với phần sứ dài hơn. Trong trường hợp chọn sai bougie (bougie sẽ rất mau hư) ví dụ, dùng bougie nóng thay vào một động cơ đang sử dụng bougie lạnh, sẽ thấy máy yếu đi do tình trạng cháy sớm, nhất là khi chạy ở tốc độ cao (Điểm lưu ý này dành cho các tay đua xe!). Trong trường hợp ngược lại, bougie sẽ bám đầy muội than khi xe thường xuyên chạy ở tốc độ thấp, dễ gây “mất lửa”.

Ta có thể phân biệt bougie nóng và bougie lạnh qua chỉ số nhiệt của bougie. Chỉ số (được ghi trên bougie) càng thấp thì bougie càng “nóng” và ngược lại.



Loại i nĩng

Loại i lậ nh

#### \* Cách đọc thông số trên bougie

Do ký hiệu trên các loại bougie khác nhau, trong khuôn khổ quyển sách này, chỉ giới thiệu cách đọc dòng chữ ghi trên bougie NGK (Nhật) là loại phổ biến nhất ở nước ta.

<b>B</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>6</b>	<b>E</b>	<b>S</b>	<b>-</b>	<b>11</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

Chữ đầu tiên cho ta biết đường kính ren và lục giác:

Chữ	Đường kính ren	Lục giác
A	18mm	25.4mm
B	14mm	20.8mm
C	10mm	16.0mm
D	12mm	18mm

Chữ thứ hai chỉ đặc điểm cấu tạo chủ yếu liên quan đến hình dạng của điện cực trung tâm.

Chữ thứ ba có thể có hoặc không: Nếu có chữ R, bên trong bougie có đặt điện trở chống nhiễu.

Chữ thứ tư rất quan trọng vì cho ta biết chỉ số nhiệt của bougie. Đối với bougie NGK, chỉ số này thay đổi từ 2 (nóng nhất) đến 12 (lạnh nhất). Xe đua thường sử dụng bougie có chỉ số nhiệt từ 9 trở lên.

Chữ thứ năm là ký hiệu của chiều dài phần ren:

Ký hiệu	Chiều dài phần ren
Không có chữ	12.0mm đối với đường kính ren 18mm
	9.5mm đối với đường kính ren 14mm
L	11.2mm
H	12.7mm
E	19.0mm

F (loại ren côn)	A-F : 10.9mm
	B-F: 11.2mm
	BM-F: 7.8mm
	BE-F: 17.5mm

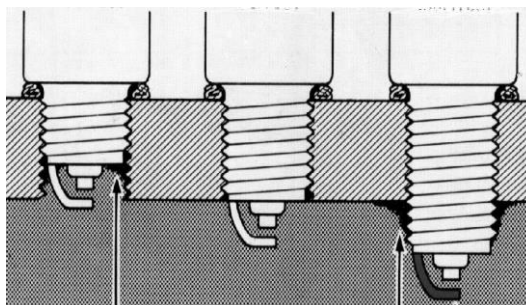
Chữ thứ sáu chỉ đặc điểm chế tạo: S - loại thường; A hoặc C - loại đặc biệt; G, GP hoặc GV - dùng cho xe đua có điện cực làm bằng kim loại hiếm; P- có điện cực Platin.

Chữ thứ bảy ký hiệu khe hở bougie:

Số	Khe hở
9	0.9mm
11	1.1mm
13	1.3mm
15	1.5mm

#### \* Siết bougie

Thông thường, nếu chọn đúng loại, mặt ren đầu của bougie khi siết xong phải trùng với mặt nắp máy. Nếu chiều dài phần ren quá ngắn hoặc quá dài muội than sẽ bám vào góc tạo ra giữa bougie và nắp máy (xem hình, mũi tên chỉ chỗ muội than bám). Nếu chiều dài phần ren lớn quá, đỉnh piston có thể chạm vào điện cực bougie.



SAI                      ĐÚNG                      SAI

#### \* Trị số lực siết

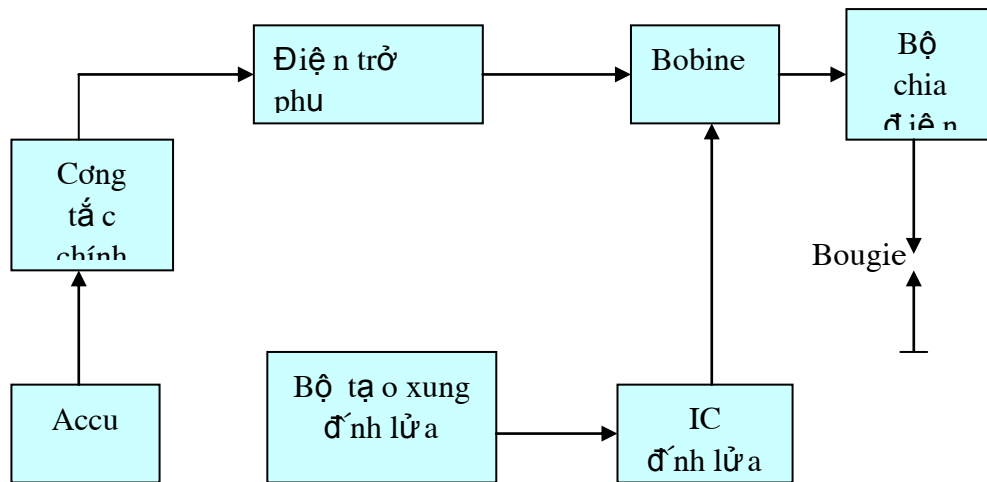
Trước khi siết bằng dụng cụ nên vặn tay cho đến khi thấy cứng. Một số xe có bougie đặt sâu, ta phải dùng đầu nổi để đặt bougie vào. Nếu thả rơi sẽ làm chập đầu điện cực. Trị số lực siết cũng là điểm đáng lưu ý. Nếu siết quá lỏng, bougie sẽ bị nóng (dẫn đến cháy sớm) do nhiệt thoát ít. Siết quá chặt sẽ làm hỏng ren cả của bougie lẫn nắp máy. Vì vậy, cần tuân theo bảng trị số lực siết dưới đây:

Loại bougie	Đường kính ren	Nắp máy gang	Nắp máy nhôm
<b>Loại thường (có vòng đệm)</b>	18mm	35÷45N.m	35÷40N.m
	14mm	25÷35N.m	25÷30N.m
	12mm	15÷25N.m	15÷20N.m
	10mm	10÷15N.m	10÷12N.m
	8mm	8÷10N.m	8÷10N.m
<b>Loại côn (không vòng đệm)</b>	18mm	20÷30N.m	20÷30N.m
	14mm	15÷25N.m	10÷20N.m

Sau khi siết đúng trị số theo bảng trên, đối với bougie loại thường, nên quay cần siết thêm một góc  $180^\circ$  nếu bougie mới sử dụng lần đầu, và  $45^\circ$ , nếu bougie sử dụng lại. Trong trường hợp bougie côn, góc quay thêm là  $22.5^\circ$ .

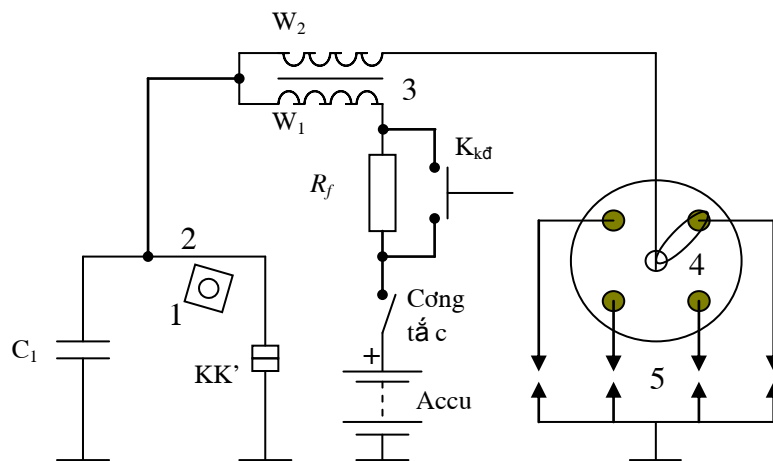
## 4.4. Hệ thống đánh lửa cơ cơ bản

### 4.4.1 Sơ đồ và cấu tạo hệ thống



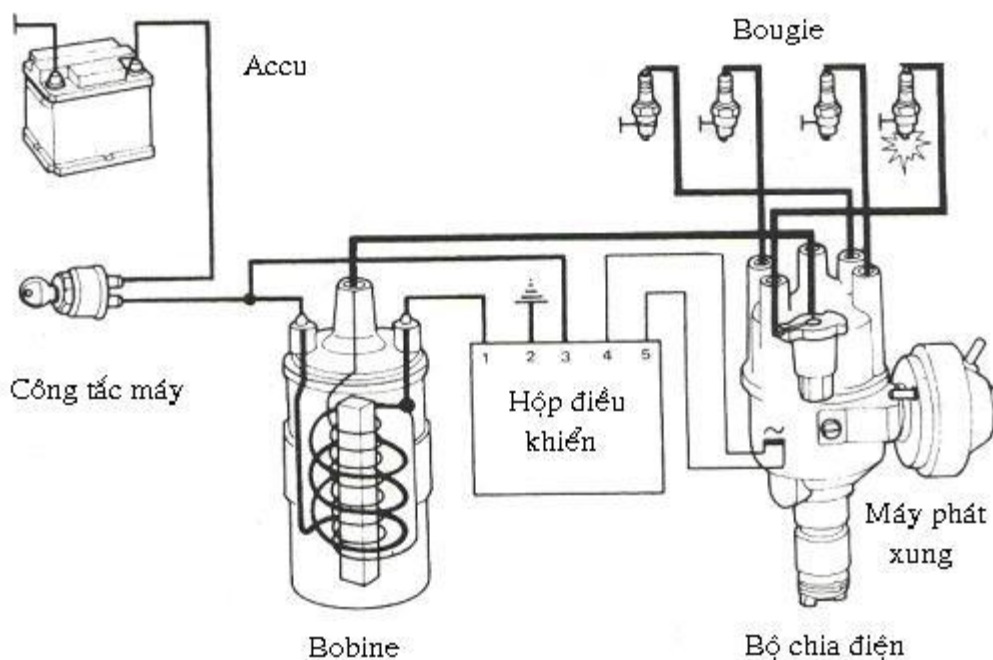
Hình 5.9: *Sơ đồ cấu trúc chung của hệ thống đánh lửa*

Trên hình 5.9 trình bày sơ đồ cấu trúc chung của kiểu hệ thống đánh lửa khác nhau. Trong sơ đồ này điểm khác biệt chủ yếu giữa các hệ thống đánh lửa là cách tạo xung để đóng ngắt dòng sơ cấp thông qua transistor công suất trong IC đánh lửa.





## Sơ đồ cấu tạo cơ bản



Hình 5.10: Sơ đồ mạch điện cơ bản của hệ thống đánh lửa bán dẫn

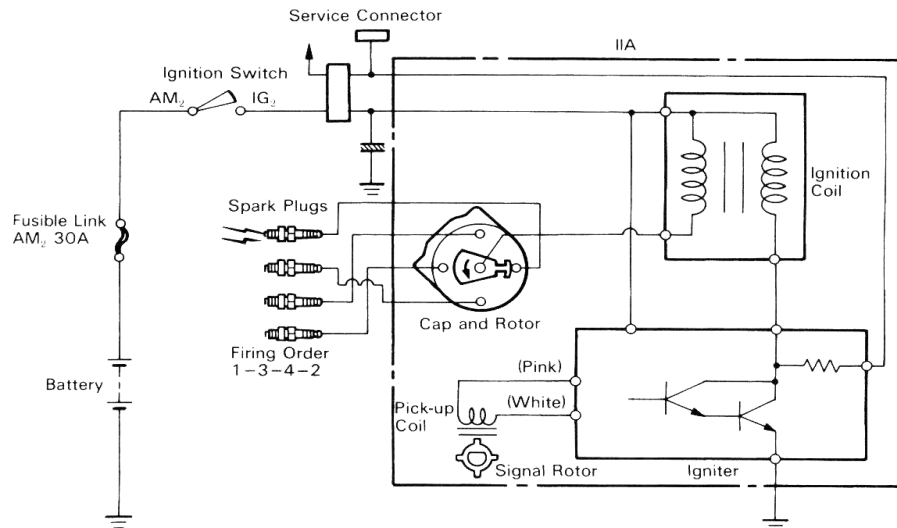
### 4.4.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống đánh lửa

Cam 1 của bộ chia điện quay nhờ truyền động từ trục cam của động cơ và làm nhiệm vụ mở tiếp điểm  $KK'$ , cũng có nghĩa là ngắt dòng điện sơ cấp của biến áp đánh lửa 3. Khi đó, từ thông đi qua cuộn thứ cấp do dòng điện sơ cấp gây nên sẽ mất đi đột ngột, làm xuất hiện một sức điện động cao thế trong cuộn thứ cấp  $W_2$ . Điện áp này sẽ qua con quay chia điện 4 và dây cao áp đến các bougie đánh lửa 5 theo thứ tự thì nô của động cơ. Khi điện áp thứ cấp đạt giá trị đánh lửa, giữa hai điện cực của bougie sẽ xuất hiện tia lửa điện để đốt cháy hỗn hợp trong xylanh.

Cũng vào lúc tiếp điểm  $KK'$  chớm mở, trên cuộn dây sơ cấp  $W_1$  sinh ra một sức điện động tự cảm. Sức điện động này được nạp vào tụ  $C_1$  nên sẽ dập tắt tia lửa trên vít. Khi vít đã mở hẳn, tụ điện sẽ xả qua cuộn dây sơ cấp của bobine. Dòng phóng của tụ ngược chiều với dòng tự cảm khiến từ thông bị triệt tiêu đột ngột. Như vậy, tụ  $C_1$  còn đóng vai trò gia tăng tốc độ biến thiên của từ thông, tức nâng cao hiệu điện thế trên cuộn thứ cấp.

### Sơ đồ cấu tạo hệ thống đánh lửa bán dẫn

Khác với hệ thống đánh lửa có vít, cấu tạo của hệ thống đánh lửa bán dẫn loại dùng cảm biến điện từ được trình bày trên hình 5.17. Trong sơ đồ này, một cảm biến điện từ loại nam châm đứng yên (*pick-up coil*) được lắp trong bộ chia điện. Cảm biến này sẽ điều khiển trạng thái của transistor công suất qua mạch khuếch đại trong IC đánh lửa (igniter) để đóng ngắt dòng điện qua cuộn sơ cấp. Người ta có thể sử dụng nhiều loại cảm biến khác nhau (điện từ, quang, Hall) được trình bày chi tiết trong phần 5.5

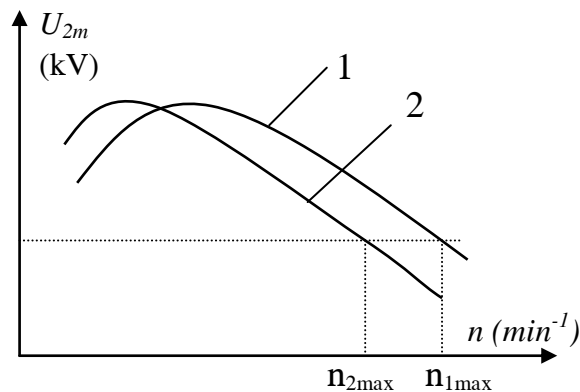


Hình 5.17: Sơ đồ nguyên lý hệ thống đánh lửa bán dẫn

#### 4.4.3 Các biện pháp nâng cao đặc tính đánh lửa

##### A. Biện pháp sử dụng điện trở phụ $R_f$

Điện trở phụ có hệ số nhiệt điện trở dương được mắc nối tiếp vào mạch sơ cấp. Đối với loại hệ thống đánh lửa không có bộ điều khiển điện tử thì việc mắc thêm điện trở phụ sẽ cải thiện được một phần đặc tính đánh lửa ở tốc độ cao (hình 5.18). Khi động cơ làm việc ở tốc độ thấp, thời gian tích lũy năng lượng trong mạch sơ cấp dài,  $I_{ng}$  lớn, làm nhiệt độ tỏa trên  $R_f$  cao, điện trở  $R_f$  tăng làm tăng tổng trở  $R_{\Sigma}$  trên mạch sơ cấp. Kết quả là dòng  $I_{ng}$  giảm. Điều này hạn chế được một phần năng lượng lãng phí vô ích do thời gian tích lũy năng lượng trên cuộn sơ cấp quá dài. Khi động cơ làm việc ở tốc độ cao, vì thời gian tích lũy năng lượng ngắn nên  $I_{ng}$  giảm làm nhiệt độ tỏa ra trên  $R_f$  giảm, điện trở  $R_f$  giảm và dòng  $I_{ng}$  được tăng lên. Kết quả là  $U_{2m}$  tăng.

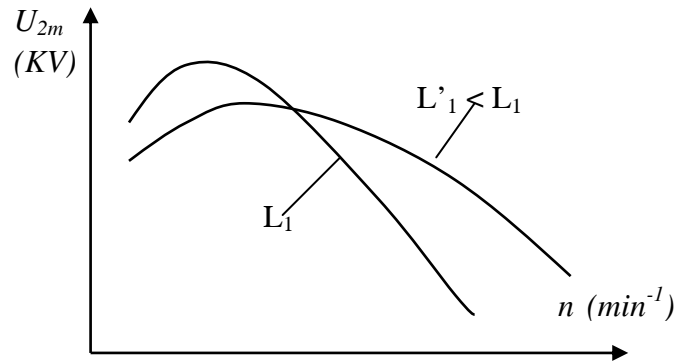


Hình 5.18: Đặc tuyến đánh lửa

1. Có điện trở phụ  $R_f$ . 2. Không có điện trở phụ  $R_f$ .

##### B. Chọn thông số của bobine

Như ta đã biết, hiệu điện thế thứ cấp  $U_{2m}$  phụ thuộc vào số vòng quay của động cơ. Giá trị của  $U_{2m}$  phần lớn phụ thuộc vào giá trị dòng điện sơ cấp khi transistor công suất ngắt ( $I_{ng}$ ). Sự phụ thuộc của  $I_{ng}$  và  $U_{2m}$  vào số vòng quay động cơ được biểu diễn như trên đồ thị hình 5.19.



Hình 5.19: Sự phụ thuộc của  $U_{2m}$  vào số vòng quay động cơ

Để đảm bảo dòng  $I_{ng}$  lớn khi động cơ chạy ở tốc độ cao, ta phải tăng tốc độ tăng trưởng của dòng sơ cấp.

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{\Sigma}} (1 - 2e^{-t_d/\tau_1})$$

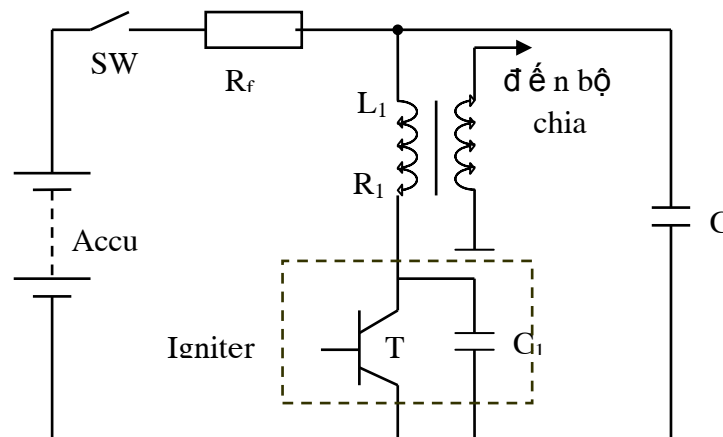
Từ công thức trên ta thấy tốc độ tăng trưởng của dòng sơ cấp phụ thuộc vào hằng số điện từ  $\tau_1$  của mạch:

$$\tau_1 = \frac{L_1}{R_{\Sigma}}$$

Tỷ số này càng nhỏ thì dòng điện sơ cấp tăng trưởng càng nhanh, vì vậy nếu  $R_{\Sigma}$  cố định, người ta cố gắng giảm  $L_1$ . Ngược lại, nếu  $L_1$  cố định thì nên chọn  $R_{\Sigma}$  lớn. Tuy nhiên, nếu giảm  $L_1$  quá nhiều sẽ làm giảm năng lượng từ trường tích lũy trong mạch sơ cấp:

$$W_{dt} = \frac{L_1 \cdot I_{ng}^2}{2}$$

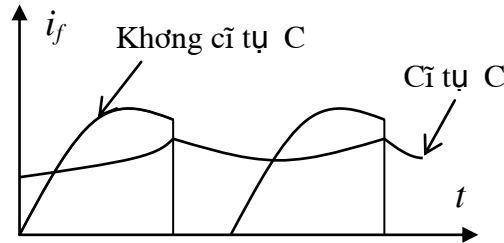
### C. Biện pháp sử dụng tụ điện



Hình 5.20: Sơ đồ mạch điện hệ thống đánh lửa có sử dụng tụ điện để cải thiện đặc tuyến đánh lửa

Một tụ  $C$  được gắn song song với cuộn sơ cấp của bobine như hình vẽ (hình 5.19). Khi transistor  $T$  dẫn sẽ có dòng  $i_1$  từ (+) accu  $\rightarrow R_f \rightarrow L_1 \rightarrow T \rightarrow mass$ . Khi

transistor  $T$  ngắt, dòng  $I_f$  sẽ tiếp tục nạp cho tụ  $C$ . Khi transistor dẫn trở lại, dòng điện qua cuộn sơ cấp  $L_1$  sẽ được hỗ trợ thêm do sự phóng của tụ  $C$ . Đồ thị hình 5.20 cho ta thấy dòng  $i_f$  sẽ không bị ngắt đột ngột như khi không có tụ  $C$  mà nó sẽ tăng hoặc giảm từ từ do có sự phóng nạp của tụ  $C$ . Điều này còn có tác dụng tốt là giảm được xung điện áp ở máy phát và nhiễu sóng điện từ khi transistor công suất đóng mở trong quá trình làm việc của hệ thống đánh lửa.



Hình 5.21: Dòng điện qua  $R_f$  khi có và không có tụ  $C$ .

Giá trị của tụ  $C$  được chọn trong giới hạn sau:

$$-\sqrt{\frac{b^2}{4} - d} + \frac{b}{2} < C < \sqrt{\frac{b^2}{4} - d} + \frac{b}{2}$$

Trong đó:

$$b = \frac{2L_1}{R_l R_f} + \frac{4L_1}{R_l^2}$$

$$d = \frac{L_1^2}{R_l R_f} = \frac{\tau_l^2}{R_d^2}$$

Dòng sơ cấp  $i_{tc}$  tuân theo quy luật sau:

$$i_{tc} = \frac{U}{R_l + R_f} + \frac{U}{R_f \cdot C \cdot L_1 \cdot \beta \cdot \gamma} \cdot e^{\alpha t} \sin(\beta t - \varphi) + \frac{U_{tc}}{L_1 \beta} e^{\alpha t} \sin \beta t$$

Trong đó:

$$\alpha = -0,5 \left[ \frac{R_l}{L_1} + \frac{1}{R_f C} \right]$$

$$\beta = 0,5 \sqrt{\frac{4}{C L_1} - \left[ \frac{R_l}{L_1} + \frac{1}{R_f C} \right]}$$

$$\gamma = \alpha^2 + \beta^2$$

$$\varphi = \arccos(\alpha/\beta)$$

$U_{tc}$ : Hiệu điện thế trên tụ vào thời điểm transistor  $T$  dẫn.

$$U_{tc} = \frac{e^{tm/R_f C} - \frac{R_f}{R_l + R_f} + \frac{\rho_2 e^{\alpha_2}}{R_f \cdot C \cdot L_1 \cdot \beta \cdot \gamma} \cdot \sin(\beta t_d + \xi_2 - \varphi)}{e^{tm/R_f C} - \frac{\rho_2 e^{\alpha_d}}{R_f \cdot C \cdot L_1 \cdot \beta \cdot \gamma} \sin(\beta t_d + \xi_1 - \varphi)} U$$

Trong đó:

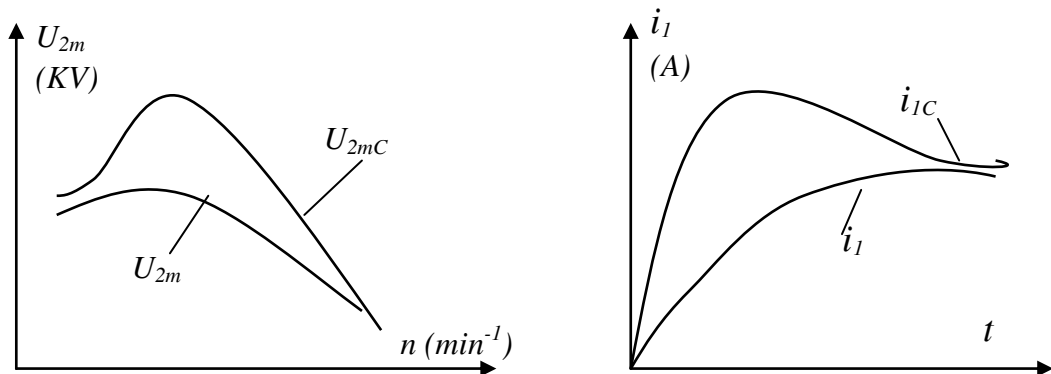
$$\rho_1 = \sqrt{(L_1\alpha + R_1 + R_f)^2 + L_1^2\beta^2}$$

$$\rho_2 = \sqrt{(L_1\alpha + R_1)^2 + L_1^2\beta^2}$$

$$\xi_1 = \arccos \frac{L_1\alpha + R_1 + R_f}{\rho_1}$$

$$\xi_2 = \arccos \frac{L_1\alpha + R_1}{\rho_2}$$

Đồ thị hình 5.22 biểu diễn đặc tuyến của hiệu điện thế thứ cấp  $U_{2m}$  và sự tăng trưởng của dòng điện sơ cấp  $i_1$  khi có tụ  $C$  và không có tụ  $C$ .



Hình 5.22: Sự tăng trưởng của dòng điện sơ cấp  $i_1$  và hiệu điện thế thứ cấp  $U_{2m}$  khi có và không có tụ điện  $C$

## 4.5. Hệ thống đánh lửa bán dẫn

### Phân loại

Hiện nay, hầu hết các loại ô tô đều được trang bị hệ thống đánh lửa bán dẫn vì loại này có ưu thế là tạo được tia lửa mạnh ở điện cực bougie, đáp ứng tốt ở các chế độ làm việc của động cơ, tuổi thọ cao ... Qua quá trình phát triển hệ thống đánh lửa điện tử được chế tạo, cải tiến với nhiều loại khác nhau, song có thể chia thành hai loại chính sau:

#### A. Hệ thống đánh lửa bán dẫn điều khiển trực tiếp

Trong hệ thống này, các linh kiện điện tử được tổ hợp thành một mạch được gọi là igniter, bộ phận này có nhiệm vụ đóng ngắt mạch sơ cấp nhờ các tín hiệu đánh lửa từ cảm biến. Hệ thống đánh lửa bán dẫn loại này còn có thể chia làm hai loại:

- Hệ thống đánh lửa bán dẫn có vít điều khiển: vít điều khiển có cấu tạo giống như trong hệ thống đánh lửa thường nhưng chỉ làm nhiệm vụ điều khiển đóng mở transistor.
- Hệ thống đánh lửa bán dẫn không có vít: transistor công suất được điều khiển bằng một cảm biến đánh lửa.

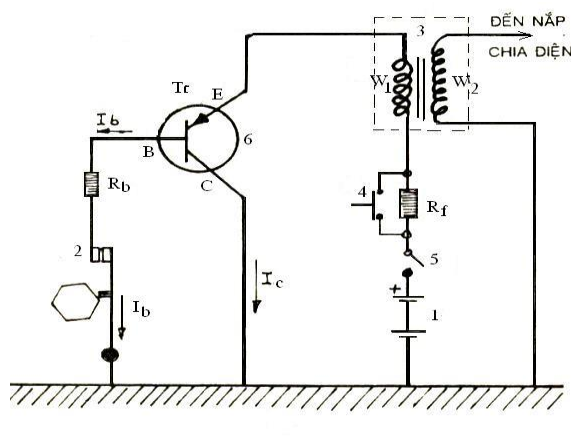
#### B. Hệ thống đánh lửa điều khiển bằng kỹ thuật số

Hệ thống đánh lửa điều khiển bằng kỹ thuật số còn được gọi là hệ thống đánh lửa theo chương trình. Dựa vào các tín hiệu như: tốc độ động cơ, vị trí cốt máy, vị trí bướm ga, nhiệt độ động cơ... mà bộ điều khiển (ECU – Electronic Control Unit) sẽ điều khiển để

Igniter tạo ra tia lửa ở mạch thứ cấp vào đúng thời điểm đánh lửa. Trong hệ thống đánh lửa loại này, góc đánh lửa sớm tối ưu và góc ngậm điện được lưu trong bộ nhớ của ECU. Vì vậy, trong bộ chia điện không còn cơ cấu đánh lửa sớm ly tâm và áp thấp nữa. Hệ thống đánh lửa điều khiển bằng kỹ thuật số được trình bày ở chương sau.

#### 4.5.1 Hệ thống đánh lửa bán dẫn có tiếp điểm điều khiển

##### 4.5.1.1. Sơ đồ cấu tạo (hình 12.41)



Hình 12.41 Sơ đồ hệ thống đánh lửa bán dẫn có tiếp điểm

a. Sơ đồ cấu tạo b. Sơ đồ nguyên lý

1. Ắc quy;
  2. Tiếp điểm;
  3. Biến áp đánh lửa;
  4. Công tắc nối tắt  $R_f$
  5. Khoá điện;
  6. Tranzito;
- $R_b$  điện trở định thiên cho Tranzito;  
 $R_f$ . Điện trở phụ.

##### 4.5.1.2. Nguyên lý làm việc:

Khi khoá điện 5 đóng và tiếp điểm 2 đóng, dòng cực gốc  $I_B$  qua tranzito (Tr) theo mạch:

$I_B$  : (+) ắc quy  $\rightarrow$  KĐ 5  $\rightarrow$   $R_G$   $\rightarrow$   $W_1$   $\rightarrow$  E  $\rightarrow$  B  $\rightarrow$   $R_B$   $\rightarrow$  tiếp điểm 2  $\rightarrow$  (-) ắc quy.

Do có dòng  $I_B$  làm cho Tr mở, cho dòng cực góp  $I_C$  có trị số lớn qua đèn theo mạch:

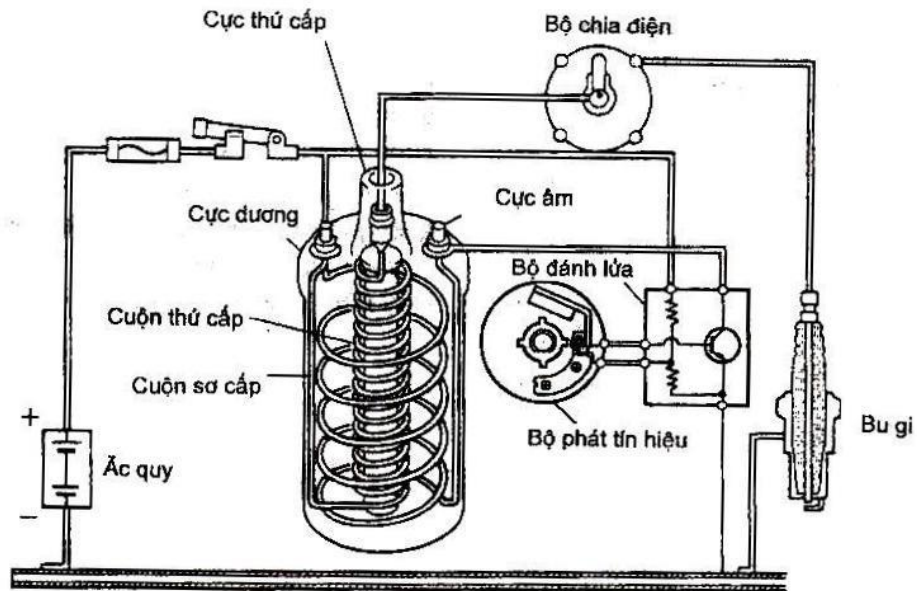
$I_C$  : (+) ắc quy  $\rightarrow$  KĐ  $\rightarrow$   $R_f$   $\rightarrow$   $W_1$   $\rightarrow$  E  $\rightarrow$  C  $\rightarrow$  (-) ắc quy.

Dòng điện sơ cấp  $I_1$  là tổng của dòng điện  $I_C$  và  $I_B$  ( $I_1 = I_C + I_B$ ) tạo năng lượng từ trường tích trong cuộn  $W_1$ . Đến thời điểm đánh lửa, cam đội tiếp điểm 2 mở, dòng  $I_B$  bị triệt tiêu, tranzito khoá mạch cắt dòng cực góp  $I_C$ . Dòng sơ cấp  $I_1$  mất đột ngột làm từ thông trong cuộn  $W_1$  biến thiên cảm ứng sang cuộn  $W_2$  một suất điện động lớn (35 ÷ 40 kv). Dòng điện cao thế được đưa tới bộ chia điện và bugi đánh lửa đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu theo thứ tự nổ của động cơ.

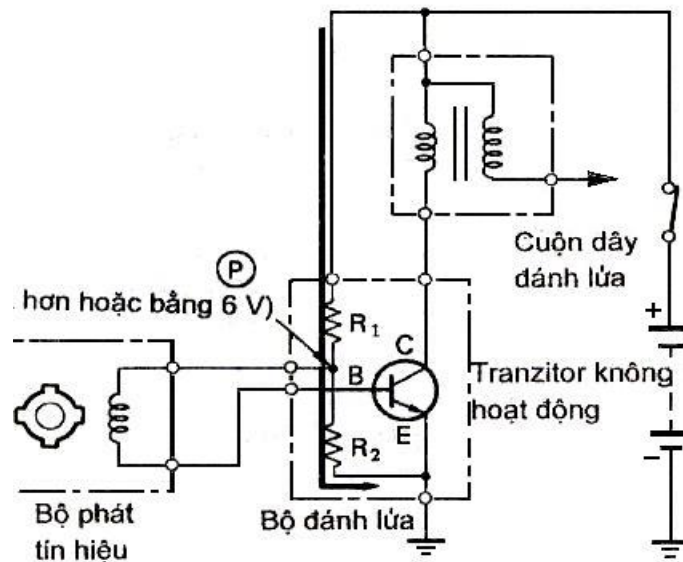
#### 4.5.2. Hệ thống đánh lửa bán dẫn không tiếp điểm

##### 4.5.2.1. Sơ đồ hệ thống

a. Sơ đồ cấu tạo chung ( hình 12.42)

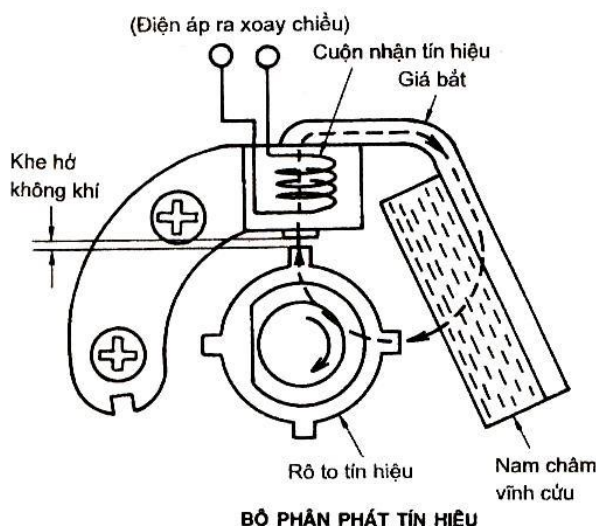


Hình 12.42 Sơ đồ cấu tạo chung

b) Sơ đồ nguyên lý ( hình 12.43)

Hình 12.43 Sơ đồ nguyên lý hệ thống đánh lửa bán dẫn không tiếp điểm

Trong hệ thống này, thời điểm đánh lửa được điều khiển bằng cảm biến đánh lửa (bộ phận phát tín hiệu), bố trí bên trong bộ chia điện thay cho tiếp điểm cơ khí. Cảm biến đánh lửa gồm một cuộn nhận tín hiệu cuộn quanh lõi thép dẫn từ gắn với một nam châm vĩnh cửu và rô to tín hiệu. Rô to tín hiệu có số cực từ bằng số xi lanh của động cơ. ( hình 12.43)



Hình 12.43 Cấu tạo của cảm biến đánh lửa (bộ phận phát tín hiệu)

#### 4.5.2.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống:

Cảm biến đánh lửa là bộ phận tạo các tín hiệu điện (điện áp, dòng điện) để điều khiển đóng, mở tranzito công suất trong hệ thống đánh lửa. Khi động cơ làm việc rôto quay gây ra sự biến thiên từ thông làm cảm ứng trong cuộn dây một suất điện động xoay chiều.

Khi suất điện động đặt vào đầu B của tranzitor là dương (+) Tranzito sẽ ở trạng thái mở, có dòng điện sơ cấp  $I_1$  (dòng cực góp  $I_c$ ) theo mạch:

(+)AQ → khoá điện → cuộn sơ cấp → cực C → cực E → Mát → (-)AQ

Tại thời điểm sau đó khi suất điện động đổi chiều cực tính của cực B là âm (-), tranzito sẽ bị khoá, dòng sơ cấp mất đột ngột, làm từ trường trong cuộn sơ cấp biến thiên, cảm ứng trong cuộn dây thứ cấp của biến áp đánh lửa một suất điện động cao áp (35 ÷ 40 kv). Điện cao áp được đưa tới bộ chia điện tới bugi và xảy ra quá trình phóng điện ở hai cực của bugi để đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu trong xi lanh

#### Các bộ phận chủ yếu của hệ thống.

1. **Biến áp đánh lửa:** có cấu tạo tương tự như biến áp trong hệ thống đánh lửa thường chỉ khác số vòng dây của cuộn sơ cấp  $W_1$  ít hơn và có tiết diện to hơn (vì tranzito cho phép dòng sơ cấp qua nó lớn hơn khả năng dẫn điện của cặp tiếp điểm.) và cuộn thứ cấp  $W_2$  có số vòng dây nhiều hơn để cho suất điện động thứ cấp cao áp lớn, đồng thời giảm dòng tự cảm do cuộn  $W_1$  sinh ra khi bị ngắt điện đột ngột. Do đó không cho phép thay thế biến áp của hệ thống đánh lửa thường cho hệ thống đánh lửa bán dẫn.

#### 2. Bộ chia điện hợp nhất ( IIA)

Trên một số động cơ đời mới bộ đánh lửa và biến áp đánh lửa được kết hợp với bộ chia điện gọi là bộ chia điện hợp nhất IIA ( hình 12.44). Nó có một số ưu điểm:

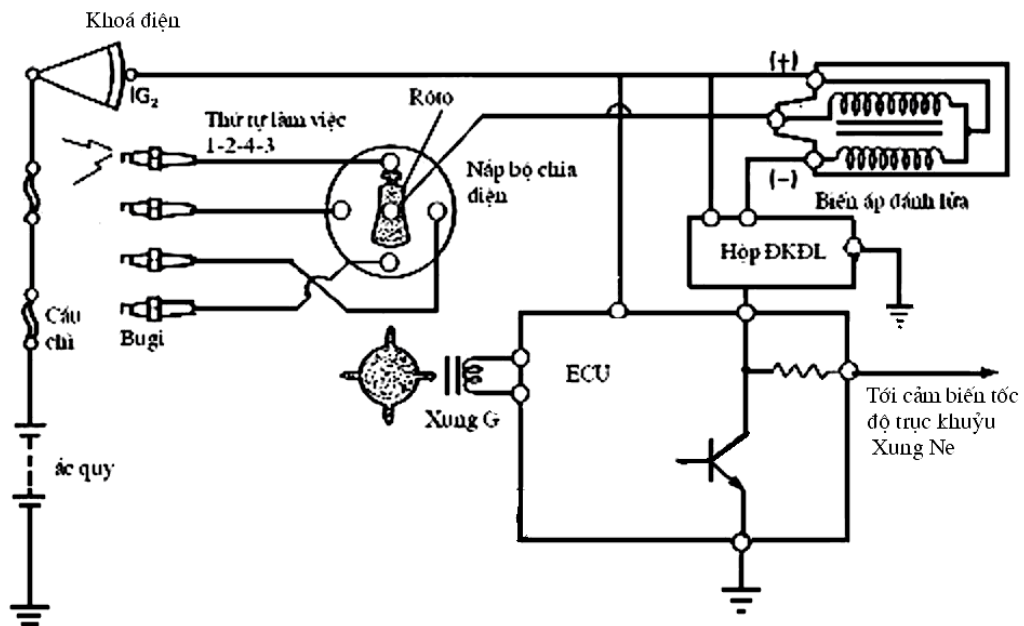
- Gọn nhẹ
- Độ tin cậy cao vì không có trục trặc do nối dây bị đứt,
- Tính chống thấm cao,
- Ít ảnh hưởng bởi điều kiện môi trường.

#### 4.5.3. Hệ thống đánh lập trình

##### 4.5.3.1. Sơ đồ nguyên lý (hình 12.411)



Hệ thống gồm: Nguồn điện, khoá điện, biến áp đánh lửa, bộ chia điện, hộp điều khiển đánh lửa, bugi, trung tâm điều khiển ECU, các cảm biến đánh lửa, và các cảm biến tín hiệu khác về chế độ làm việc của động cơ.



Hình 12.411 Sơ đồ nguyên lý hệ thống đánh lửa bằng chương trình máy tính có bộ chia điện

## 2. Nguyên lý làm việc

Trong ECU máy có chương trình ESA điều khiển thời điểm đánh lửa. ECU nhận các tín hiệu từ các cảm biến phản ánh các chế độ làm việc của động cơ : tốc độ động cơ, nhiệt độ động cơ, nhiệt độ dòng khí nạp, khả năng kích nổ ...,sau đó lựa chọn thời điểm đánh lửa tối ưu cho chế độ hiện tại, gửi tín hiệu tới bộ điều khiển đánh lửa để điều khiển sự cắt, đóng dòng sơ cấp, tạo điện áp cao ở cuộn dây thứ cấp, qua bộ chia điện để phát tia lửa điện ở bugi đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu.

Nhờ chương trình ESA trong ECU góc đánh lửa sớm được tự động điều chỉnh theo các tín hiệu từ các cảm biến đưa về ECU. Hệ thống ESA khi nhận được thông tin về góc quay trục khuỷu (xung này gọi là tín hiệu G), số vòng quay động cơ ( xung này gọi là tín hiệu Ne ) và mức tải động cơ ( tín hiệu từ cảm biến vị trí bướm ga) nó sẽ tìm ra một giá trị góc đánh lửa sớm cơ bản. Góc đánh lửa sớm này bao gồm góc đánh lửa sớm ban đầu và phần do ESA tìm thêm. Để đạt được góc đánh lửa sớm lý tưởng với từng chế độ làm việc của động cơ, hệ thống ESA còn nhận nhiều thông tin khác như nêu ở trên để hiệu chỉnh góc đánh lửa sớm cơ bản do đó hệ thống đạt được góc đánh lửa thực tế lý tưởng.( hình 12.412)

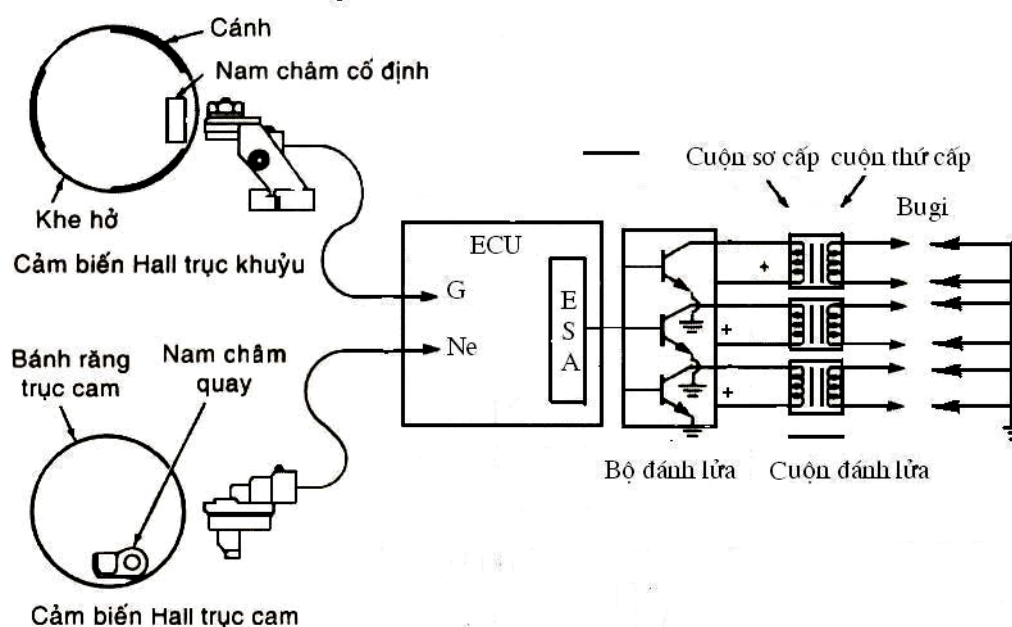


Hình 12.412 . Góc đánh lửa sớm do ESA lựa chọn

#### 4.5.3.2. Hệ thống đánh lửa bằng chương trình không có bộ chia điện (DLI)

##### 1. Sơ đồ khối của hệ thống ( hình 12. 413 )

DLI là một hệ thống đánh lửa cho động cơ xăng không dùng bộ chia điện. Đối với TOYOTA, hệ thống này dùng một cuộn đánh lửa tương lai cho bugi.



Hình 12.413 Sơ đồ HTĐL chương trình

Hệ thống có các đặc điểm:

- Cuộn dây đặt gần các bugi nên dây cao áp có thể ngắn lại
- Vì bỏ được bộ chia điện nên không có phóng điện bên trong và tiếng ồn cơ khí. Giảm bớt bộ phận cơ khí nên tăng độ tin cậy làm việc
- Vì không có điều khiển về vật lý thời điểm đánh lửa như kích thước giữa các điện cực, thời điểm đánh lửa có thể điều khiển phạm vi rộng hơn ( trong trường hợp dùng bộ chia điện, nếu đánh lửa quá sớm thì dòng điện có thể chạy qua điện cực bên )

##### 2. Nguyên lý làm việc

Khởi các cảm biến đánh lửa phát các xung điều khiển G, Ne, ...các xung điện được đưa trực tiếp vào khối ESA của hộp ECU. Tại đây các tín hiệu được biến đổi chuẩn hoá,

khuếch đại và chia theo thứ tự nấc để điều khiển tranzito công suất trong bộ đánh lửa. Dưới sự điều khiển của ESA các tranzito sẽ lần lượt đóng, cắt dòng sơ cấp của các biến áp đánh lửa để bugi đánh lửa.

#### 4.5.3.3. Các cảm biến đánh lửa trong HTĐL điều khiển điện tử

Cảm biến đánh lửa là phần tử phát tín hiệu điện điều khiển quá trình đánh lửa. Trong HTĐL theo chương trình các tín hiệu này vào ECU, cùng với một số tín hiệu từ các cảm biến khác ECU tiến hành xử lý và phát tín hiệu điều khiển đánh lửa.

Cảm biến đánh lửa có các loại : cảm biến loại từ điện, cảm biến quang điện, cảm biến HALL, cảm biến loại từ trở, cảm biến cao tần... Trên các xe hiện nay sử dụng phổ biến 3 loại cảm biến: cảm biến loại từ điện, cảm biến quang điện và cảm biến HALL

##### 1. Cảm biến đánh lửa loại từ điện

Trong hệ thống đánh lửa bán dẫn không có tiếp điểm cảm biến cho một tín hiệu xung để điều khiển đóng, mở tranzitor cắt dòng sơ cấp biến áp đánh lửa để tạo tia lửa điện ở bugi. Trên xe TOYOTA cảm biến đánh lửa này được bố trí trong bộ chia điện hợp nhất IIA

Trong hệ thống đánh lửa bán dẫn theo chương trình, cảm biến đánh lửa cho hai tín hiệu xung G, Ne để đưa tới ECU, ECU xử lý thông tin cùng các tín hiệu khác, lựa chọn chế độ đánh lửa tối ưu cho hệ thống.

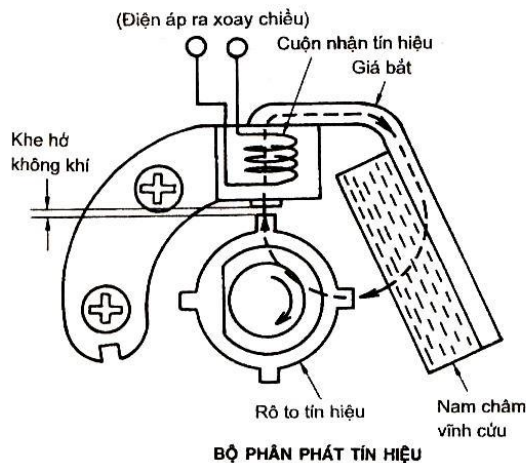
##### a. Cảm biến đánh lửa trong bộ chia điện hợp nhất IIA

- Cấu tạo (hình 12.414)

Cảm biến đánh lửa gồm một cuộn nhận tín hiệu cuốn quanh lõi thép dẫn từ gắn với một nam châm vĩnh cửu và rôto tín hiệu. Rô to tín hiệu có số cực từ bằng số xi lanh của động cơ.

- Nguyên lý làm việc

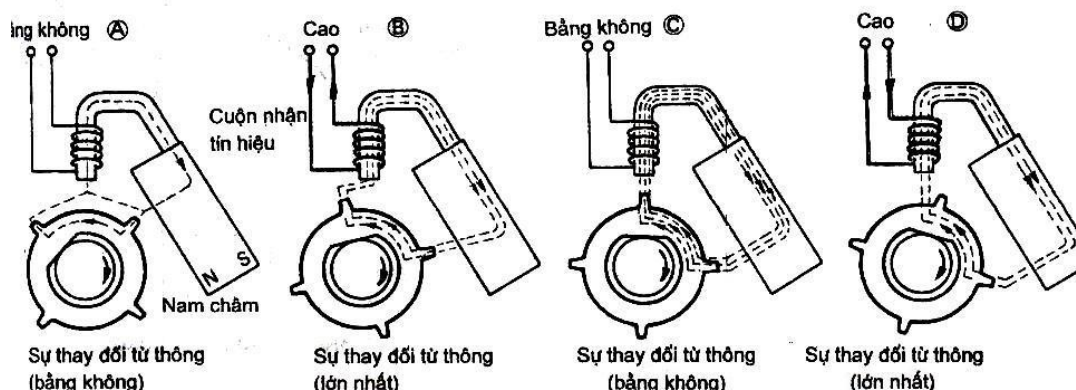
Khi động cơ làm việc rôto quay, các cực của rôto tín hiệu và lõi cực của cuộn nhận tín hiệu lần lượt tiến gần, đối đầu và ra xa nhau. Mỗi lần như vậy do khe hở không khí thay đổi, từ thông xuyên qua cuộn dây nhận tín hiệu sẽ biến thiên từ giá trị min đến max và từ max về min. Sự biến thiên từ thông làm cảm ứng trong cuộn dây một suất điện động xoay chiều.



Hình 12.414 Cấu tạo của cảm biến đánh lửa (bộ phận phát tín hiệu)

Khi từ thông qua cuộn nhận tín hiệu tăng lên từ min đến max ( vị trí A → B → C ), sự biến thiên của từ thông cảm ứng trong cuộn dây một điện áp dương biến thiên ( điện áp dương này có giá trị cực đại khi cực của rôto đi gần tới lõi của cuộn dây (vị trí B) và có giá

trị bằng 0 khi cực của roto ở xa và gần lõi thép của cuộn dây nhất (vị trí A và C), tại hai vị trí này sự biến thiên từ thông bằng không. Khi từ thông qua cuộn nhận tín hiệu giảm từ max về min, trong cuộn dây nhận tín hiệu sinh ra một điện áp âm biến thiên, điện áp này có giá trị cực tiểu khi cực của rôto vượt qua lõi thép của cuộn dây một ít (vị trí D). ( hình 12.416). Đối với rôto 4 cực, khi quay 1 vòng cho 4 chu kỳ điện áp xoay chiều.



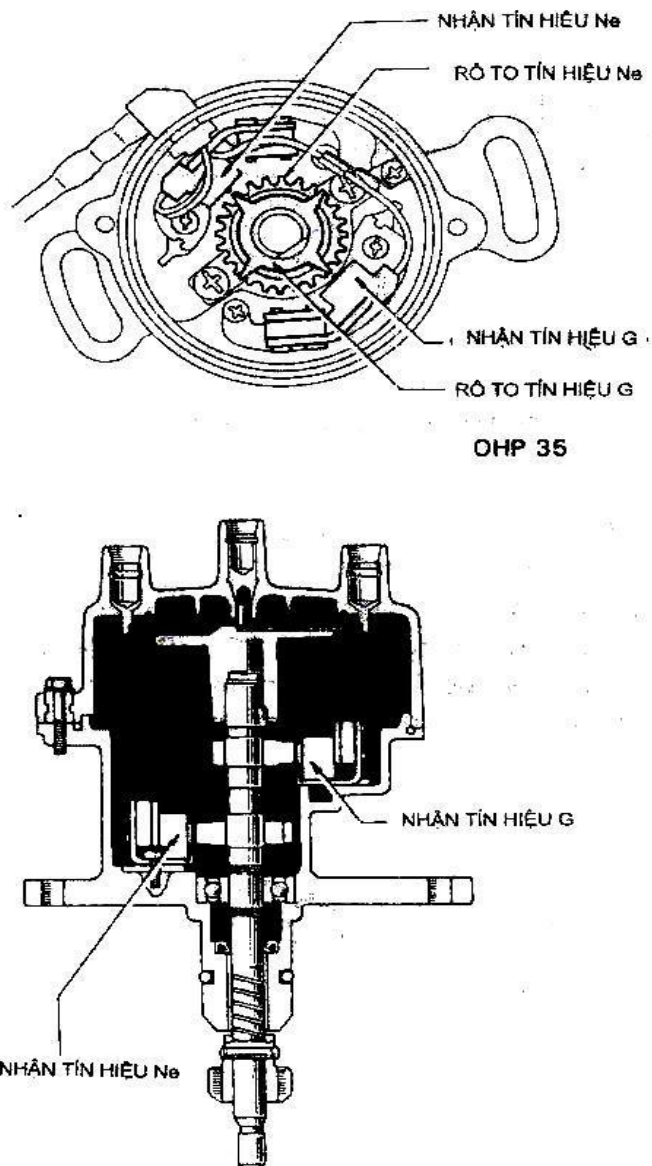
Hình 12.415 Sự thay đổi từ thông ở các vị trí của roto khi quay

Khi động cơ không làm việc cuộn dây không sinh điện áp vì không có sự biến thiên từ thông, khi động cơ làm việc và tốc độ động cơ tăng, điện áp do cuộn dây sinh ra tăng theo.

b. Cảm biến đánh lửa trong HTĐL bằng chương trình máy tính

- Cấu tạo: ( hình 12.416 )

Cảm biến thường được đặt trên trục bộ chia điện, có hai tín hiệu ra là G và Ne. Trong kết cấu bộ chia điện xe TOYOTA thì phân phát xung G ở trên, phân phát xung Ne ở dưới cùng.



Hình 12.416 Cảm biến đánh lửa trong bộ chia điện của HTĐL theo chương trình

Phần tử phát xung gồm có cuộn dây và roto tín hiệu. Đối với phần tử phát xung G, rôto có thể có 1 vấu, 2 vấu hoặc 4 vấu. Các phần tử phát xung Ne có thể có 4 răng hoặc 24 răng.

Một số loại cảm biến từ điện được đặt ở bánh đà động cơ hoặc đặt ở đầu trục cam. Loại này thường dùng trên xe của hãng TOYOTA, xe của Pháp, Thụy điển... được lắp ở phía dưới bộ chia điện. Các tín hiệu do các cảm biến này phát ra được đưa qua bộ điều khiển đánh lửa, để mã hoá và khuếch đại tín hiệu, sau đó tới ECU để ESA lựa chọn góc đánh lửa.

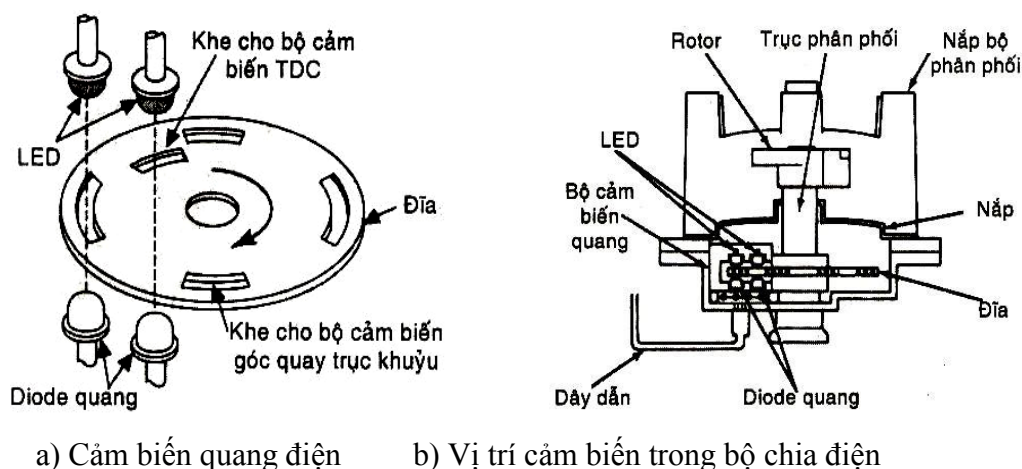
- Nguyên lý làm việc: Các phần tử phát xung có nguyên lý làm việc tương tự như cảm biến đánh lửa từ điện nêu ở phần trên.

## 2. Cảm biến đánh lửa loại quang điện

### a. Cấu tạo:( hình 12.417 )

Loại cảm biến này thường dùng trên các xe của hãng NISSAN, MITSUBISHI, HUYNDAL...và được lắp trong bộ chia điện

Bao gồm: Rôto là một đĩa thép mỏng có khắc độ được lắp với trục bộ chia điện. Vành trong của rôto có 1 rãnh đục thủng. Rãnh này được kết hợp với cặp điốt phát quang (LED) và điốt cảm quang (photo điốt) thứ nhất là bộ phận để phát xung Ne ( tín hiệu tốc độ động cơ ). Vành ngoài của đĩa đục thủng 4 rãnh cách đều ứng với. Nhóm rãnh này kết hợp với cặp điốt phát quang và điốt cảm quang thứ hai tạo thành bộ phận phát xung G ( tín hiệu góc quay trực khuỷu ).



Hình 12.417. Bộ cảm biến đánh lửa bằng điốt quang điện trong bộ chia điện

### b. Nguyên lý làm việc

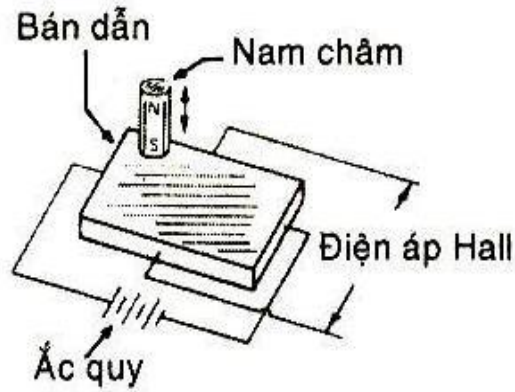
Điốt cảm quang là điốt mà sự hoạt động của nó ( dẫn điện hay không dẫn điện) phụ thuộc vào độ soi của ánh sáng chiếu vào nó.

Khi động cơ làm việc trục bộ chia điện quay làm đĩa quay, nếu khe trống trên đĩa quang đến vị trí phía dưới LED, chùm sáng do LED phát ra xuyên qua khe trống đập vào điốt cảm quang, điốt sẽ dẫn điện. Khi chùm sáng bị che điốt cảm quang sẽ ngắt mạch. Mạch tích hợp trong bộ phát xung sẽ biến đổi tín hiệu từ điốt cảm quang thành các xung điện áp.

Các xung G và Ne đều là các dạng xung vuông có giá trị cao nhất là 5 vôn, thấp nhất là 0 vôn. Phần cuối cùng của cảm biến là bộ điều khiển đánh lửa làm nhiệm vụ mã hoá xung, khuếch đại tín hiệu. Các tín hiệu này được đưa đến ECU, ECU sẽ xử lý thông tin, lựa chọn chế độ đánh lửa phù hợp và điều khiển tranzitor công suất đóng, cắt dòng sơ cấp của biến áp đánh lửa.

## 3. Cảm biến đánh lửa HALL

Đây là cảm biến đánh lửa sử dụng nguyên lý hiệu ứng Hall: Khi cho dòng điện chạy qua màng điện trở bán dẫn đặt trong từ trường sẽ xuất hiện một sức điện động 0,001 V ở hai đầu màng điện trở gọi là hiệu ứng Hall (hình 12.418)



Hình 12.418 Nguyên lý hiệu ứng HALL

a. Cấu tạo: ( hình 12.419 )

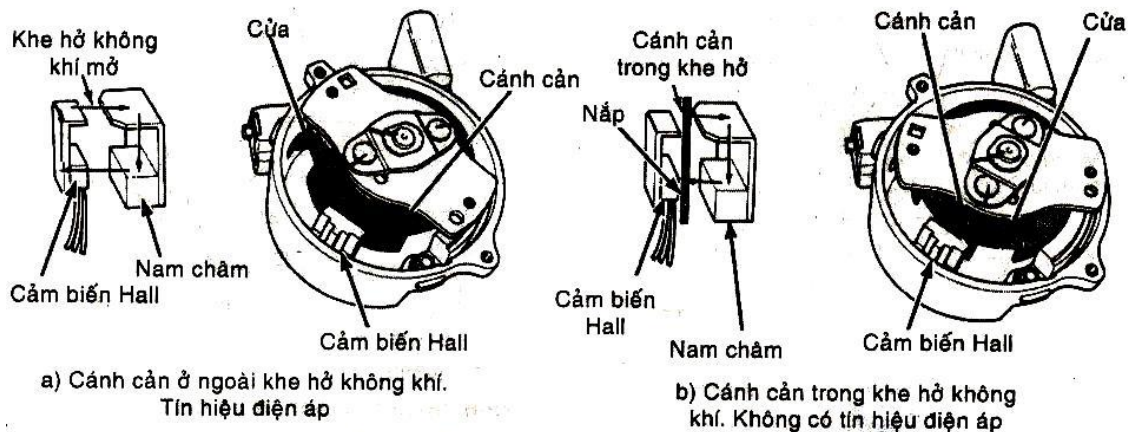
Cảm ứng Hall thường đặt trên bộ chia điện, có thể ở vị trí thẳng đứng hoặc lắp ở đầu trục cam. Loại cảm biến này thường dùng cho các xe ở Mỹ, Thụy Điển, Pháp...

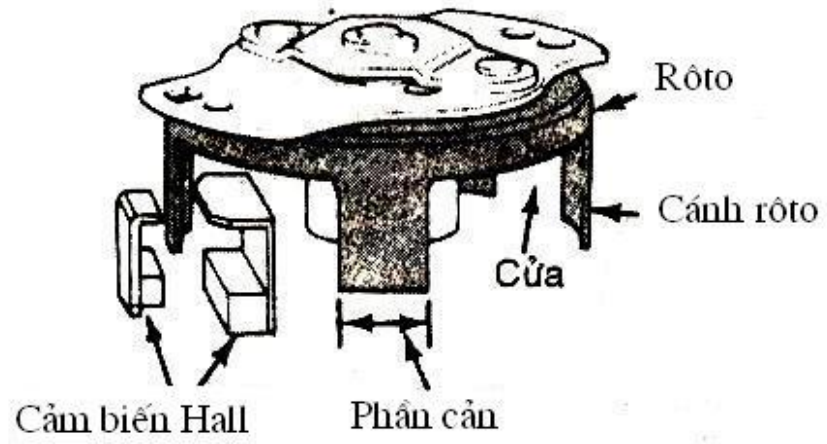
Cảm biến gồm phần tử Hall, trong đó có màng điện trở bán dẫn, đặt đối diện với nam châm vĩnh cửu, mạch khuếch đại và mã hoá xung. Rôto có các rãnh và cánh được lắp trên trục cam bộ chia điện và quay cùng với trục. Số cánh của rôto bằng số xi lanh động cơ.

b. Nguyên lý làm việc:

Khi làm việc có hai trạng thái : khi phần cánh của rôto quét qua phần tử Hall, từ trường khép kín qua cánh, mà không xuyên qua tấm bán dẫn , điện áp Hall sẽ bị ngắt tạo ra tín hiệu để điều khiển khối đánh lửa đóng mạch sơ cấp. Bề rộng cánh rôto xác định thời gian dòng điện chạy trong mạch sơ cấp.

Khi các cánh của rôto không nằm trong khe giữa nam châm vĩnh cửu và phần tử Hall , từ trường sẽ tác động lên phần tử Hall, tạo ra tín hiệu điện áp nhỏ, các tín hiệu qua bộ khuếch đại và mã hoá xung, sau đó đưa tới bộ điều khiển ECU để xử lý điều khiển ngắt dòng sơ cấp, tạo tia lửa ở bugi để đốt cháy nhiên liệu.





c) Cảm biến hiệu ứng Hall và rôto

Hình 12.417 Cảm biến hall trong bộ chia điện dùng