

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG  
KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ  
\*\*\*\*\*



ISO 9001:2015

## **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**NGHIÊN CỨU CÁC TRẠNG THÁI HÃM CỦA ĐỘNG  
CƠ ĐIỆN. THIẾT KẾ BỘ THIẾT BỊ HÃM VÀ THU  
HỒI NĂNG LƯỢNG CHO XE ĐIỆN**

HẢI PHÒNG - 2018

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG  
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ  
\*\*\*\*\***



**ISO 9001:2015**

## **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

### **NGHIÊN CỨU CÁC TRẠNG THÁI HÃM CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN. THIẾT KẾ BỘ THIẾT BỊ HÃM VÀ THU HỒI NĂNG LƯỢNG CHO XE ĐIỆN**

Họ và tên SV: Lê Tường Thanh

Mã sinh viên: 1412102099

Lớp: DC 1801

Chuyên ngành: Điện tự động công nghiệp

Giáo viên hướng dẫn: ThS.Đình Thế Nam

**HẢI PHÒNG - 2018**

# MỤC LỤC

	<b>Trang</b>
LỜI MỞ ĐẦU.....	4
CHƯƠNG 1:GIỚI THIỆU ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU.....	7
1.1.ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU.....	7
1.2.ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU. ....	10
CHƯƠNG 2:CÁC CHẾ ĐỘ Hãm CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU.....	18
GIỚI THIỆU ĐỘNG CƠ BRUSHLESS	
2.1 CÁC CHẾ ĐỘ Hãm CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU.....	18
2.2.ĐỘNG CƠ ĐIỆN BLDC (BRUSHLESS DC MOTOR). ....	23
2.3.NGUỒN ẮC QUY.....	49
2.4. MẠCH SẠC ẮC QUY XE ĐIỆN SỬ DỤNG IC UC3842.....	55
CHƯƠNG 3:GIỚI THIỆU MỘT SỐ MẪU XE ĐIỆN TRÊN THỊ TRƯỜNG	
THIẾT KẾ MẠCH Hãm TỐC VÀ THU HỒI NĂNG LƯỢNG.....	57
3.1. GIỚI THIỆU MỘT SỐ MẪU XE ĐIỆN TRÊN THỊ TRƯỜNG.....	57
3.2. THIẾT KẾ MẠCH Hãm TỐC VÀ THU HỒI NĂNG LƯỢNG, LẮP RÁP HOÀN THIỆN.....	64

## LỜI MỞ ĐẦU

Xe gắn máy đang được coi là “thủ phạm” chính gây ô nhiễm không khí. Theo thống kê mới nhất, hiện trên toàn quốc có gần 45 triệu xe máy và 2,7 triệu ô tô đã đăng ký và chưa kể xe chưa đăng ký nhưng vẫn lưu hành. Một tính toán khác tại 2 thành phố lớn là Hà Nội và TP Hồ Chí Minh cho thấy, xe máy chiếm 95% về số lượng và chỉ tiêu thụ 56% xăng nhưng lại thải ra nhiều chất độc hại như 94% Hydrocarbon (HC); 87% carbon ôxít (CO); 57% ôxít Nitơ (Nox)... trong tổng lượng phát thải của các loại xe cơ giới. Trước thực trạng trên, một trong những biện pháp cấp bách là cần xây dựng chiến lược phát triển "xe xanh".

Xe đạp điện nếu giải quyết được vấn đề thu gom xử lý, tái chế ac quy khi hết thời gian sử dụng thì là một giải pháp tuyệt vời để giảm thiểu ô nhiễm không khí hiện nay. Nhờ nhiều ưu điểm như công suất phù hợp, giá cả phải chăng, không cần bằng lái nên Xe đạp điện đang dần trở thành một phương tiện thay thế xe máy và thân thiện với người sử dụng, đặc biệt là các em học sinh.

Mặt khác nguồn năng lượng tích trữ trong bộ pin, ac quy của xe đạp điện là rất hữu hạn, thời gian sạc đầy bộ ac quy cũng khá lâu nên việc tiết kiệm điện khi sử dụng xe đạp điện nói riêng và xe điện nói chung là rất cần thiết vì vậy đề tài hướng đến việc chế tạo một chiếc xe đạp điện tốt giá thành rẻ phù hợp với túi tiền người lao động. Đặc biệt là xây dựng được bộ thiết bị hỗ trợ giảm tốc, thu hồi năng lượng khi xe xuống dốc, ứng dụng tốt tại khu du lịch có nhiều đèo dốc.

### Cơ sở để nghiên cứu vấn đề thu hồi năng lượng

Một trong những tính năng quan trọng nhất của xe điện (Evs – Electric Vehicles), xe lai (EHVs - Electric Hybrid Vehicles) và xe pin nhiên liệu (FCVs- Fuel Cell Vehicles) là khả năng thu hồi một phần lượng năng lượng khi phanh xe. Động cơ điện trên xe có thể được điều khiển để hoạt động như máy phát điện nhằm chuyển đổi động năng hay quán tính của xe thành năng lượng điện lưu trữ trong bộ tích trữ năng lượng (ắc

quy hoặc siêu tụ điện) và sau đó tái sử dụng. Đồng thời, tạo ra mô men cản giúp giảm tốc độ xe.

Hiệu suất phanh là một yếu tố quan trọng đảm bảo tính an toàn của một chiếc xe. Một hệ thống phanh tốt luôn phải đáp ứng được yêu cầu giảm nhanh tốc độ xe và duy trì khả năng điều khiển hướng đi của xe. Yêu cầu trước hết là hệ thống phanh phải cung cấp đủ mô men phanh trên bánh xe, đặc biệt là trong lúc phanh gấp. Do đó, trên các dòng xe điện, xe lai và xe pin nhiên liệu (EVs, HEVs, FCVs) hệ thống phanh cơ khí phải cùng tồn tại với phanh tái tạo điện. Vì vậy, đây là một hệ thống phanh lai, tiêu của việc thiết kế và điều khiển các hệ thống phanh là phải đảm bảo hiệu suất phanh và khả năng thu hồi năng lượng phanh nhiều nhất có thể.

Thiết kế hệ thống thu hồi năng lượng khi phanh là một vấn đề tương đối phức tạp khi thiết kế hệ thống phanh của xe điện, xe lai và xe pin nhiên liệu. Động cơ điện sẽ phải được điều khiển để tạo ra một lực phanh phù hợp sao cho năng lượng thu hồi là lớn nhất có thể, trong phạm vi đề tài, chúng em thiết kế hệ thống thu hồi năng lượng khi xe phanh, đặc biệt là lúc xe xuống dốc, lúc đó động cơ được cắt khỏi bộ điều khiển tốc độ và được nối vào bộ chỉnh lưu, đầu ra của bộ chỉnh lưu này sẽ sạc điện lại cho ac quy. Hệ thống phanh cơ khí bao gồm những bộ phận chủ yếu sau: tay phanh, dây phanh, má phanh. Yêu cầu đặt ra là phải điều khiển cả hệ thống phanh cơ khí và hệ thống phanh điện để có được hiệu quả phanh tối ưu và thu hồi được nhiều năng lượng nhất.

### Thiết kế và phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu sử dụng trong đề tài là nghiên cứu tìm hiểu tài liệu, nắm vững cấu tạo, nguyên lý hoạt động của một xe đạp điện từ đó đi vào lựa chọn thiết bị để chế tạo mạch điện hỗ trợ lực phanh và thu hồi năng lượng khi xe giảm tốc độ hoặc xuống dốc như:

Lựa chọn các linh kiện sử dụng như: động cơ điện không chổi than BLDC, bo mạch điều chỉnh tốc độ động cơ, bộ sạc ac quy có thể sử dụng ổn định cho xe đạp điện.

Tính toán phần cơ khí để lắp ráp sao cho phù hợp đảm bảo tối ưu nhất trong khả năng như: tính toán chất liệu để làm hộp điện, vị trí lắp đặt, lựa chọn các bulông, đai ốc và đĩa xe cho phù hợp.

Thiết kế mạch điện hỗ trợ lực phanh và thu hồi năng lượng khi xe giảm tốc độ hoặc xuống dốc. Năng lượng này sẽ được nạp vào ac quy thông qua mạch chỉnh lưu và ổn định điện áp nạp để tái sử dụng.

Nội dung đề án gồm 3 chương :

Chương 1: Giới thiệu động cơ điện 1 chiều

Chương 2: Các chế độ hãm của động cơ điện 1 chiều

Giới thiệu động cơ brushless

Chương 3: Giới thiệu một số mẫu xe điện trên thị trường

Thiết kế mạch hãm tốc và thu hồi năng lượng

Trong quá trình làm đề án, được sự giúp đỡ và chỉ bảo tận tình của thầy Th.S Đinh Thế Nam, cùng với các thầy cô giáo trong khoa đã giúp đỡ Em hoàn thành đề án được giao. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô giáo và các bạn để đề án của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

*Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2018*

Sinh viên

Lê Tường Thanh

# CHƯƠNG 1

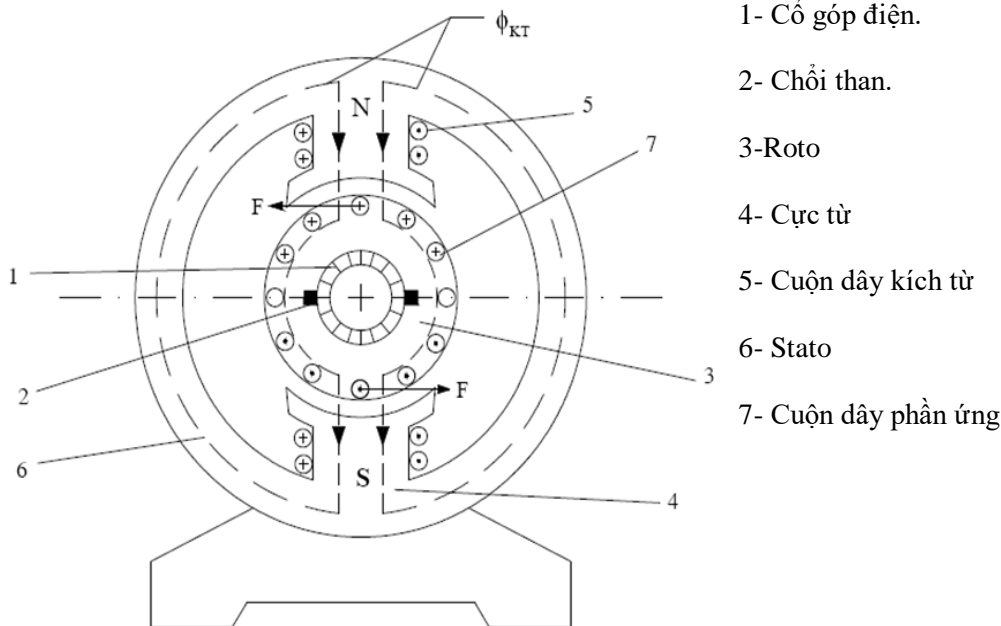
## GIỚI THIỆU ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU

### 1.1. ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU

#### 1.1.1. Cấu tạo động cơ điện 1 chiều

Máy điện một chiều là loại máy điện biến cơ năng thành năng lượng điện một chiều (máy phát) hoặc biến điện năng dòng một chiều thành cơ năng (động cơ).

Máy điện một chiều cho phép điều chỉnh tốc độ trơn trong khoảng rộng và momen mở máy lớn vì vậy nó được sử dụng rộng rãi làm động cơ kéo, khi cần điều chỉnh chính xác tốc độ động cơ trong khoảng rộng, máy điện một chiều còn được sử dụng rộng rãi làm nguồn nạp ắc quy, hàn điện, nguồn cung cấp điện...

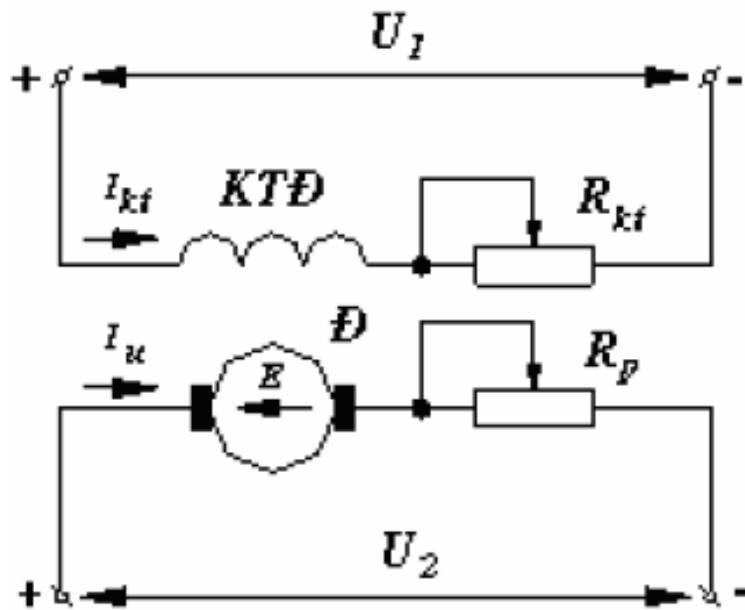


Hình 1.10: Cấu tạo động cơ điện một chiều

#### 1.1.2. Phân loại động cơ điện một chiều.

Động cơ điện 1 chiều phân loại theo kích từ thành những loại sau:

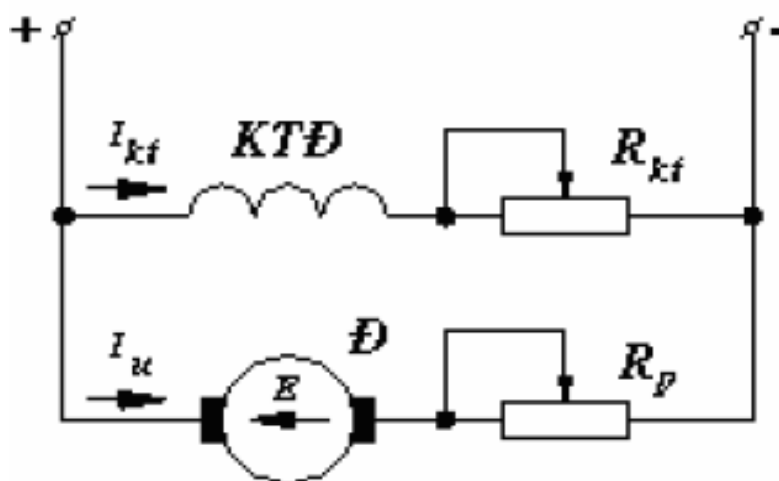
+ Kịch từ độc lập: Cuộn kích từ được cấp điện từ nguồn một chiều độc lập với nguồn điện cấp cho rôto.



**Hình 1.11:** Sơ đồ kích từ độc lập động cơ điện 1 chiều

+ Kịch từ song song:

Nếu cuộn kích từ và cuộn dây phần ứng được cấp điện bởi cùng một nguồn điện thì động cơ là loại kích từ song song.

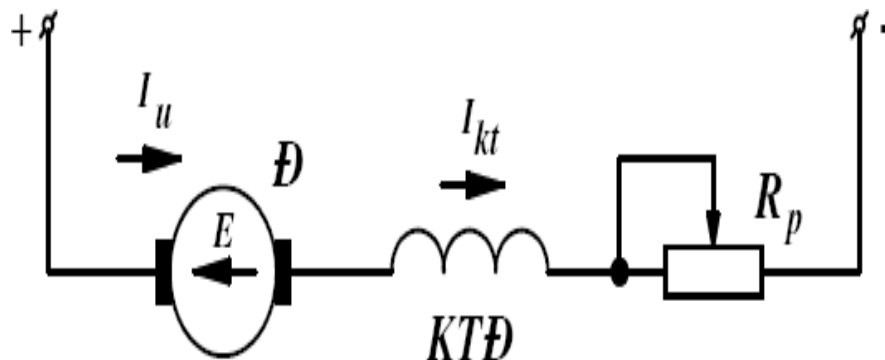


**Hình 1.12:** Sơ đồ kích từ song song động cơ điện 1 chiều

+ Kịch từ nối tiếp:



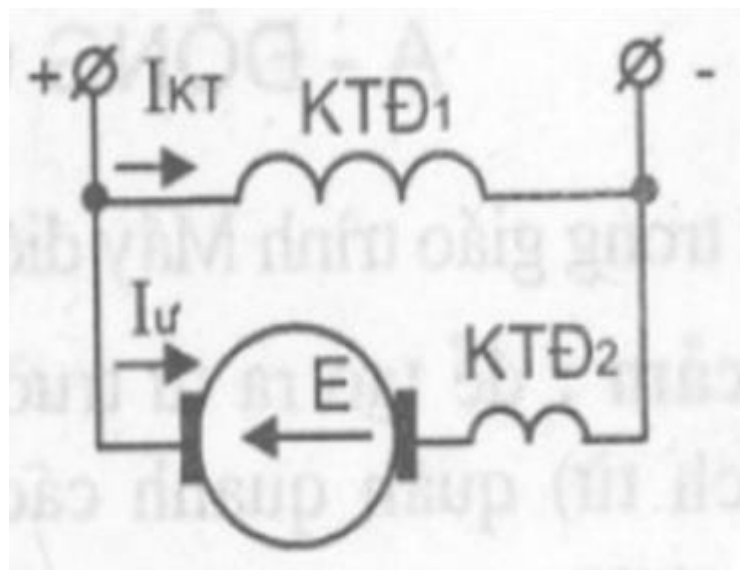
Động cơ điện 1 chiều nối tiếp có cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng.



**Hình 1.13:** Sơ đồ kích từ nối tiếp động cơ điện 1 chiều

+ Kích từ hỗn hợp:

Gồm hai dây quấn kích từ : Dây quấn kích từ song song và dây quấn kích từ nối tiếp

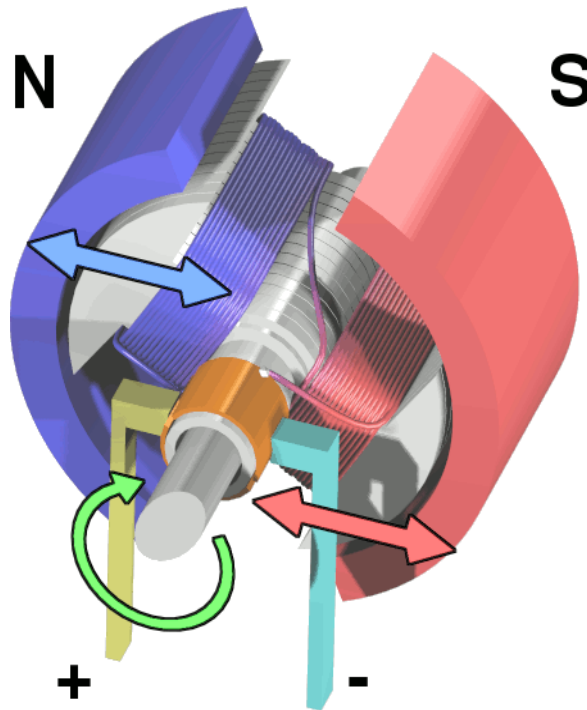


**Hình 1.14:** Sơ đồ kích từ hỗn hợp động cơ điện 1 chiều

### 1.1.3. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện 1 chiều

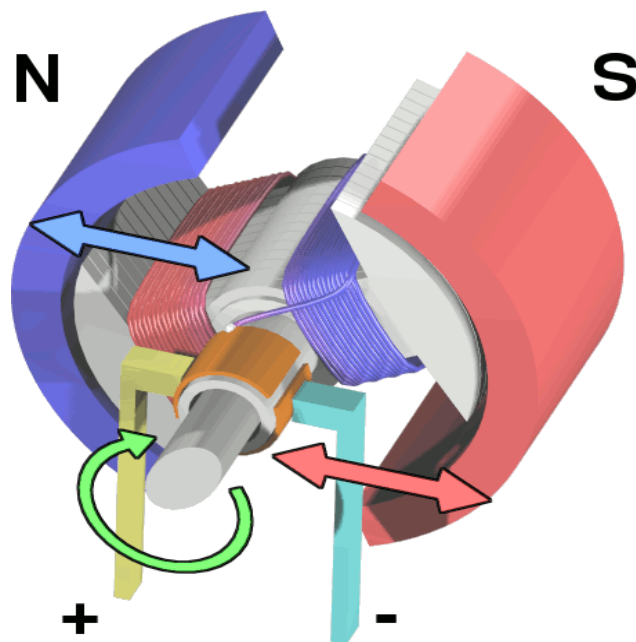
+ Stator của động cơ điện 1 chiều thường là 1 hay nhiều cặp nam châm vĩnh cửu, hay nam châm điện, rotor có các cuộn dây quấn và được nối với nguồn điện một chiều, 1 phần quan trọng khác của động cơ điện 1 chiều là bộ phận chỉnh lưu, nó có nhiệm vụ là đổi chiều dòng điện trong khi chuyển động quay của rotor là liên tục. Thông thường bộ phận này gồm có một bộ cổ góp và một bộ chổi than tiếp xúc với cổ góp.

- + Pha 1: Từ trường của Rotor cùng cực với Stato, sẽ đẩy nhau tạo ra chuyển động quay của Rotor.



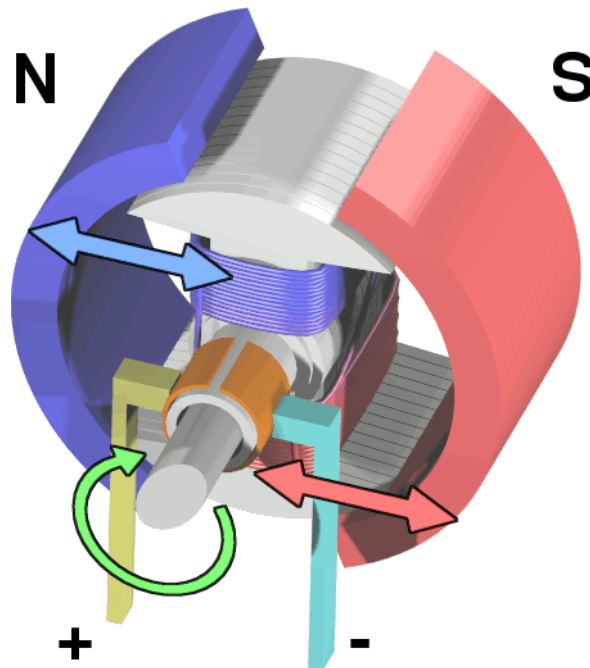
**Hình 1.15:** Pha thứ nhất của chuyển động quay Rotor

- + Pha 2: Rotor tiếp tục quay



**Hình 1.16:** Pha thứ hai của chuyển động quay Rotor

+ Pha 3: Bộ phận chỉnh điện sẽ đổi cực sao cho từ Stato và Rotor cùng dấu, trở lại pha 1.



Hình 1.17: Pha thứ ba của chuyển động quay Rotor

### 2.1.1.1. Phương trình cân bằng sđđ của động cơ.

Khi đưa một máy điện một chiều đã kích từ vào lưới điện thì cuộn cảm ứng sẽ chạy một dòng điện, dòng điện này sẽ tác động với từ trường sinh ra lực, chiều của nó được xác định bằng quy tắc bàn tay trái và tạo ra momen điện từ làm cho rotor quay với tốc độ  $\omega$  trong cuộn dây xuất hiện sđđ cảm ứng:

$$E_{ur} = k_e \phi \omega \quad (2.1)$$

Ở chế độ quá độ, khi  $n, I_r$  thay đổi ta có phương trình sau:

$$U_r + (-e_r) + (-L_a di_r/dt) = i_r R_r \quad (2.2)$$

Ở chế độ ổn định ( $n = \text{const}, I_r = \text{const}$ ) ta có:

$$U_r = E_{ur} + I_r R_r \quad (2.3)$$

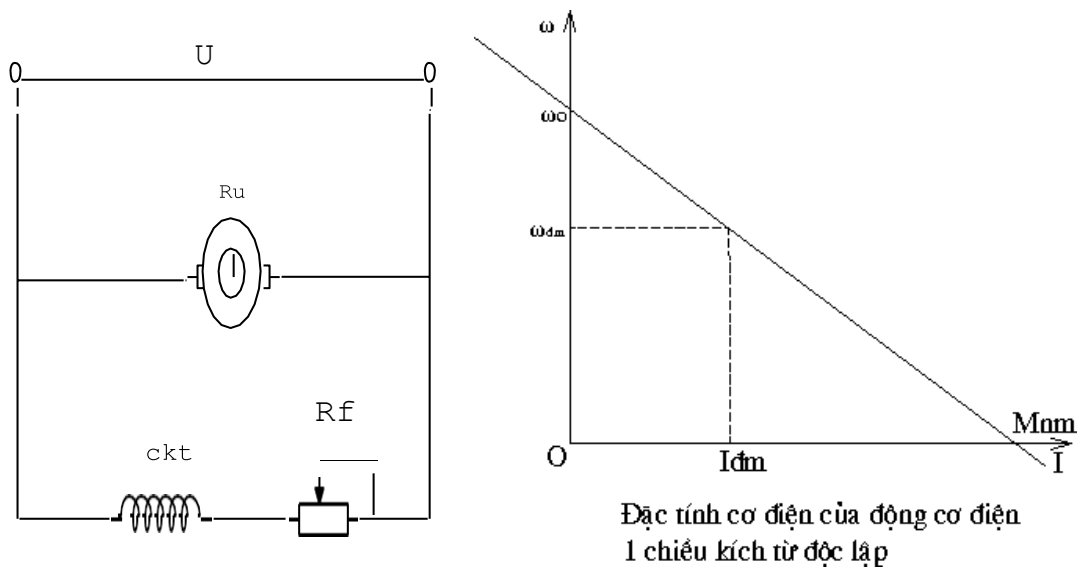
Trong đó:  $E_{ur}$ : sức điện động phản ứng.

$R_r$ : điện trở phản ứng.

$I_r$ : dòng điện phản ứng.

### 2.1.1.2. Đặc tính cơ của động cơ điện 1 chiều.

#### a. Đặc tính cơ của động cơ kích từ độc lập và song song.



**Hình 1.18:** Đường đặc tính cơ của động cơ kích từ độc lập và song song.

Đặc tính cơ là mối quan hệ hàm giữa tốc độ và momen điện từ  $\omega = f(M)$ ,

khi  $I_{kt} = \text{const.}$

Dòng kích từ được xác định bằng:

$$I_{kt} = U_{kt} / R_{kt}, \quad \phi = k_t I_{kt} \quad (2.4)$$

Phương trình đặc tính cơ điện:

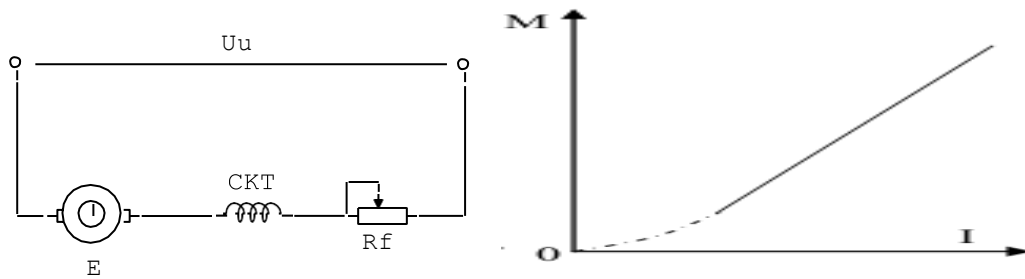
$$\omega = (U_u - I_u R_u) / k\phi \quad (2.5)$$

Trong đó:  $\omega_0 = U_u / k\phi$  là tốc độ không tải.

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega$$

$$\frac{\Delta\omega}{R_f} = \frac{R_u + R_f}{k\phi} I_u = \frac{R_u + R_f}{(k\phi)^2} M$$

## b. Đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp



**Hình 1.19:** Đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp.

Từ công thức:

$$n = \frac{U - I_r(R_t + R_{dc})}{C_e \phi} \quad (2.6)$$

Trong máy này:  $I_{kt} = I_r$

Ta xét 2 trường hợp:

Khi  $0 < I_r < I_{đm}$  – Máy chưa bão hoà

Vậy:  $\phi = KI_r$

$$M = C_m KI_r I_r = C_m I_r^2$$

$$I_r = C_m \sqrt{M}$$

Thay vào (2.6) ta có:

$$n = \frac{U - C_m'' \sqrt{M}(R_t + R_{dc})}{C_e K I_r} = \frac{U - C_m'' \sqrt{M}(R_t + R_{dc})}{C_e K C_m'' \sqrt{M}} \quad (2.7)$$

$$\text{Hay: } n = \frac{U}{C_e K C_m'' \sqrt{M}} - \frac{(R_t + R_{dc})}{C_e K}$$

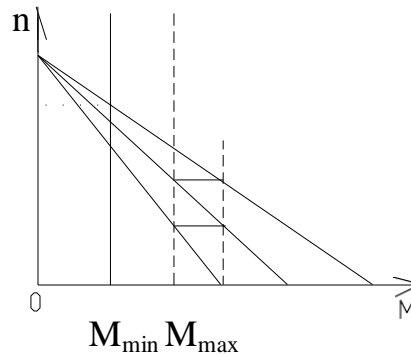
$$\text{Hay: } n = \frac{A}{\sqrt{M}} = B$$

$$\text{Trong đó: } A = \pi r^2 \frac{U}{C_e K C_m''}, B = \frac{(R_t + R_{dc})}{C_e K}$$

Như vậy trong phạm vi dòng tải nhỏ hơn hoặc bằng dòng định mức, đặc tính có dạng hypebol. Khi  $I_r > I_{đm}$ , máy bão hoà, đặc tính cơ không trùng với đường hypebol nữa.

Vì  $R_t$  nhỏ nên  $I_{kd}$  có giá trị rất lớn ( $20 \div 25$ )  $I_{dm}$  sự tăng dòng đột ngột làm xuất hiện tia lửa điện ở cổ góp làm hiện tượng cơ học và giảm điện áp lưới, phương pháp này hầu như không sử dụng.

**a. Khởi động dùng điện trở khởi động.**



**Hình 1.20:** Đặc tính cơ khởi động dùng điện trở khởi động.

Người ta đưa vào rotor 1 điện trở có khả năng điều chỉnh và gọi là điện trở khởi động dòng khởi động bây giờ có giá trị:

$$I_{kd} = \frac{U_{dm}}{R_t + R_{kd}} \quad (2.9)$$

Điện trở khởi động được ngắt dần ra theo sự tăng của tốc độ, lúc khởi động thứ nhất phải chọn sao cho dòng phần ứng không lớn quá và momen khởi động không nhỏ quá. Khi có cùng dòng phần ứng thì động cơ kích từ nối tiếp có momen khởi động lớn hơn của động cơ kích từ song song.

Với các động cơ kích từ song song khi dùng điện trở khởi động phải nối sao cho cuộn kích từ trong mọi thời gian đều được cấp điện áp định mức để đảm bảo  $\Phi$  lớn nhất. Nếu trong mạch kín từ có điện trở điều chỉnh thì khi khởi động điện trở này phải ngắt mạch.

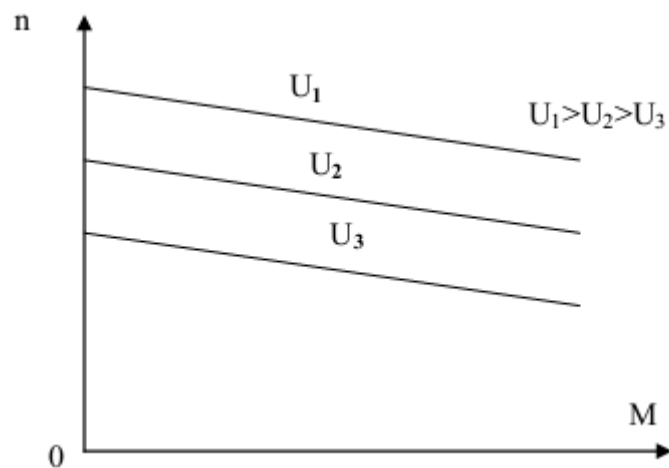
**2.1.1.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều.**

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ.

- Thay đổi điện áp nguồn nạp.
- Thay đổi điện trở mạch rotor.
- Thay đổi từ thông.

**a. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp nguồn nạp.**

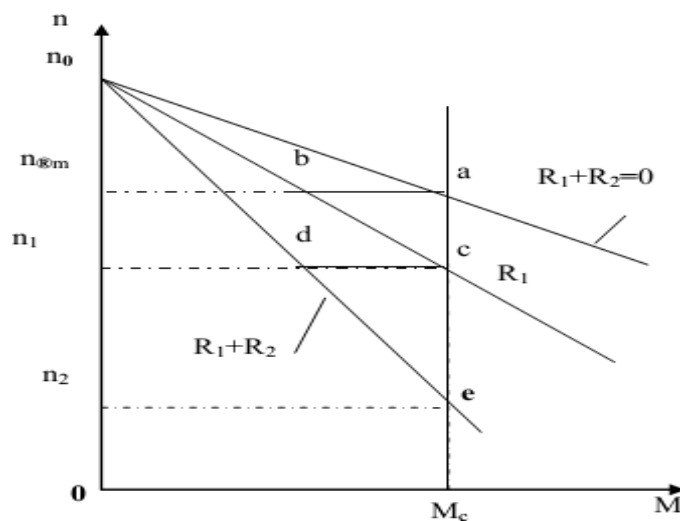
Khi cho  $U_r = \text{var}$  thì  $n_0 = \text{var}$ . Nếu  $M_c = \text{const}$  thì tốc độ  $n \neq \text{var}$  ta điều chỉnh được tốc độ của động cơ. Khi điện áp nạp thay đổi các đặc tính cơ song song với nhau. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp nạp thì chỉ thay đổi được theo chiều tốc độ giảm ( vì mỗi cuộn dây đã được thiết kế với  $U_{dm}$  nên không thể tăng điện áp đặt lên cuộn dây. Trên hình vẽ ta biểu diễn đặc tính cơ của động cơ khi  $U_r = \text{var}$ .



**Hình 1.21:** Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp nguồn nạp.

**b. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch rotor**

Ta có:  $\Delta n = M \cdot (R_t + R_{dc})$ , nếu tat hay đổi được  $R_{dc}$  thì ta sẽ thay đổi được  $\Delta n$  (độ giảm tốc độ), khi  $M = \text{const}$  nghĩa là thay đổi được tốc độ động cơ.



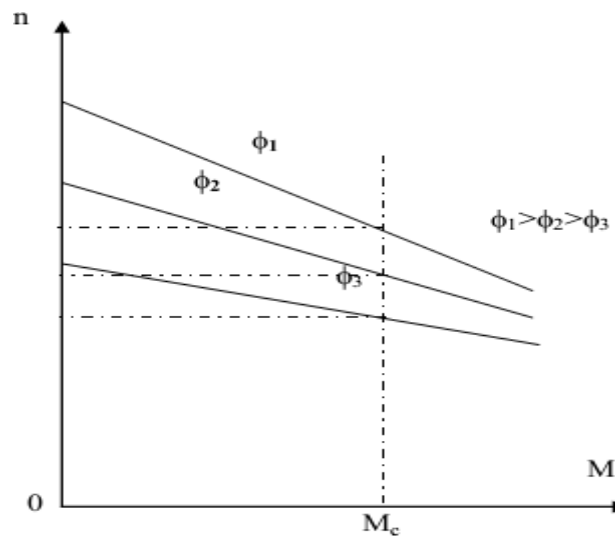
**Hình 1.22:** Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch rotor.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch phản ứng có những ưu khuyết điểm sau:

- Dễ thực hiện, giá thành rẻ.
- Điều chỉnh tương đối lúng.

Tuy nhiên phạm vi điều chỉnh hẹp và phụ thuộc vào tải (tải càng lớn phạm vi điều chỉnh càng rộng), không thực hiện được ở vùng gần tốc độ không tải. Điều chỉnh có tổn hao lớn. Người ta đã chứng minh rằng để giảm 50% tốc độ định mức thì tổn hao trên điện trở điều chỉnh chiếm 50% công suất đưa vào. Điện trở điều chỉnh tốc độ có chế độ làm việc lâu dài nên không dùng điện trở khởi động (làm việc ở chế độ ngắn hạn) để làm điện trở điều chỉnh tốc độ.

**c. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông.**



**Hình 1.23:** Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông.

Từ biểu thức: 
$$\omega = \frac{U_u}{k\phi} - \frac{R_r}{k\phi} I_u \quad (2.10)$$

Khi  $M = \text{const}$ ,  $U_r = \text{const}$ ,  $\phi = \text{var}$  (thay đổi dòng kích từ) thì  $\omega$  tăng lên. Thật vậy khi giảm từ thông dòng điện ở rotor tăng nhưng không làm cho biểu thức thay đổi vì giảm điện áp ở  $R_r$  chỉ chiếm vài phần trăm của điện áp phản ứng nên khi giảm từ thông thì tốc độ sẽ tăng, song nếu cứ tiếp tục giảm dòng



kích từ thì tới 1 lúc nào đó tốc độ không tăng được nữa, sở dĩ như vậy là vì momen điện từ của động cơ giảm.

Phương pháp này chỉ thực hiện khi từ thông giảm tốc độ còn tăng.

Trên hình vẽ biểu diễn đặc tính cơ khi từ thông thay đổi.

- Phương pháp thay đổi từ thông để điều chỉnh tốc độ rất lãng và kinh tế.
- Không điều chỉnh tốc độ ở dưới tốc độ định mức.

Không được giảm kích từ tới giá trị không vì lúc này chỉ còn từ dư khi tải tăng tốc độ tăng quá lớn thường người ta thiết kế bộ điện trở điều chỉnh để không khi nào mạch từ bị hở.

#### **2.1.1.4. Tổn hao và hiệu suất máy điện một chiều.**

Trong máy điện có hai loại tổn hao: tổn hao chính và tổn hao phụ.

- Tổn hao chính gồm:

- + Tổn hao cơ (tổn hao ổ bi, tổn hao ma sát ở cổ góp, ma sát với không khí).
- + Tổn hao sắt từ trong cuộn rotor và stator, trong cuộn phụ, cuộn khử trong mạch kích từ.
- + Tổn hao ở hai lớp tiếp xúc của chổi than và vành khuyên.

- Tổn hao phụ:

Tổn hao phụ xuất hiện trong lõi thép và trong đồng, nó gồm tổn hao dòng xoáy, tổn hao nối cân bằng, tổn hao do phân bố từ trường không đều, do mật độ ở chổi than không đều

Hiệu suất của động cơ được tính như sau:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 - \sum P} \quad (2.11)$$

Trong đó:

$\sum P$ : Tổng hợp các tổn hao của máy  $P_1$ : công suất vào

$P_2$ : công suất đưa ra

## CHƯƠNG 2: CÁC CHẾ ĐỘ HÃM CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU

### GIỚI THIỆU ĐỘNG CƠ BRUSHLESS

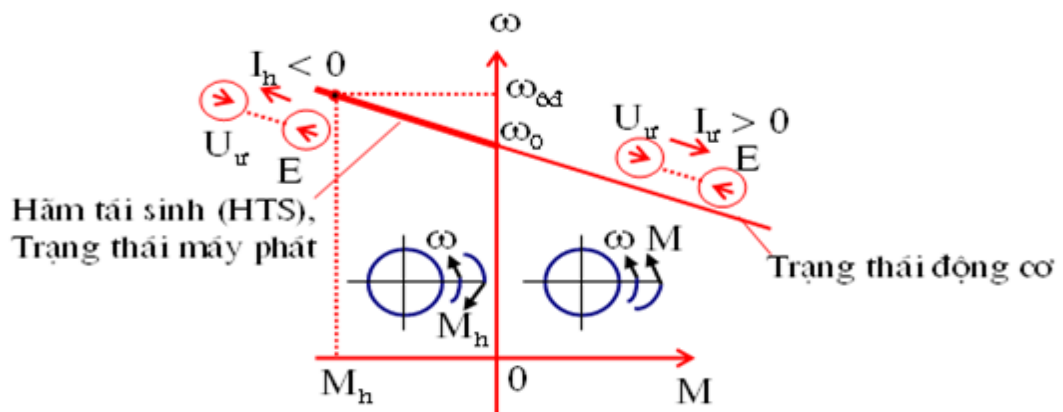
#### 2.1 CÁC CHẾ ĐỘ HÃM CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU

##### 2.1.1. Hãm tái sinh:

Hãm tái sinh khi tốc độ quay của động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ( $\omega > \omega_0$ ). Khi hãm tái sinh, sức điện động của động cơ lớn hơn điện áp nguồn:  $E > U_r$ , động cơ làm việc như một máy phát song song với lưới và trả năng lượng về nguồn, lúc này thì dòng hãm và mômen hãm đã đổi chiều so với chế độ động cơ.

\* Một số trạng thái hãm tái sinh:

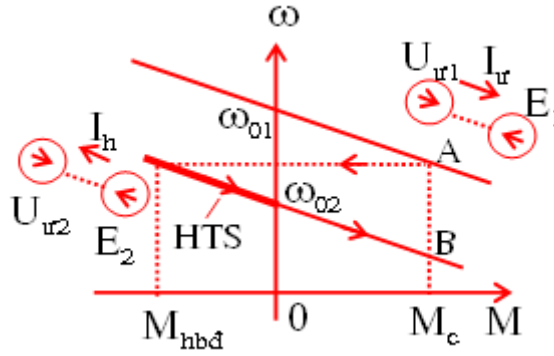
+ Hãm tái sinh khi  $\omega > \omega_0$ : lúc này máy sản xuất như là nguồn động lực quay rôto động cơ, làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả về nguồn.



**Hình 2.10:** Hãm tái sinh trả năng lượng về nguồn

Vì  $E > U_r$ , do đó dòng điện phản ứng sẽ thay đổi chiều so với trạng thái động cơ. Mômen động cơ đổi chiều ( $M < 0$ ) và trở nên ngược chiều với tốc độ, trở thành mômen hãm ( $M_h$ ).

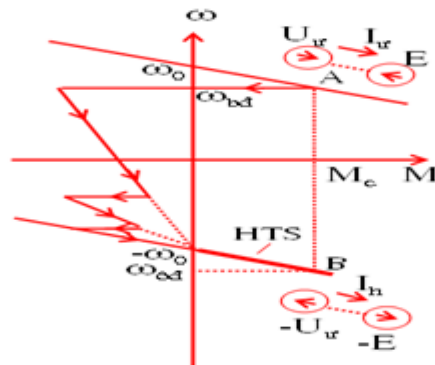
+ Hãm tái sinh khi giảm điện áp phần ứng ( $U_{r2} < U_{r1}$ ), lúc này  $M_c$  là dạng mômen thế năng ( $M_c = M_{tn}$ ). Khi giảm điện áp nguồn đột ngột, nghĩa là tốc độ ( $\omega$ ) giảm đột ngột trong khi tốc độ ( $\omega$ ) chưa kịp giảm, do đó làm cho tốc độ trên trục động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ( $\omega > \omega_0$ ). Về mặt năng lượng, do động năng tích lũy ở tốc độ cao lớn sẽ tuôn vào trục động cơ làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả lại nguồn (hay còn gọi là hãm tái sinh), hình 2-5b.



**Hình 2.11:** Hãm tái sinh khi giảm tốc độ bằng cách giảm điện áp phản ứng động cơ ( $U_{r2} < U_{r1}$ ).

+ Hãm tái sinh khi đảo chiều điện áp phản ứng (+ $U_r$  (-  $U_r$ ): lúc này  $M_c$  là dạng mômen thế năng ( $M_c = M_{tn}$ ). Khi đảo chiều điện áp phản ứng, nghĩa là đảo chiều tốc độ + (0 (- (0, động cơ sẽ dần chuyển sang đường đặc tính có - $U_r$ , và sẽ làm việc tại điểm B ( $\omega_B < \omega_0$ ). Về mặt năng lượng, do thế năng tích lũy ở trên cao lớn sẽ tuôn vào động cơ, làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả lại nguồn, hình 2-5c.

Trong thực tế, cơ cấu nâng hạ của cầu trục, thang máy, thì khi nâng tải, động cơ truyền động thường làm việc ở chế độ động cơ (điểm A hình 2-5c), và khi hạ tải thì động cơ làm việc ở chế độ máy phát (điểm B hình 2-5c).



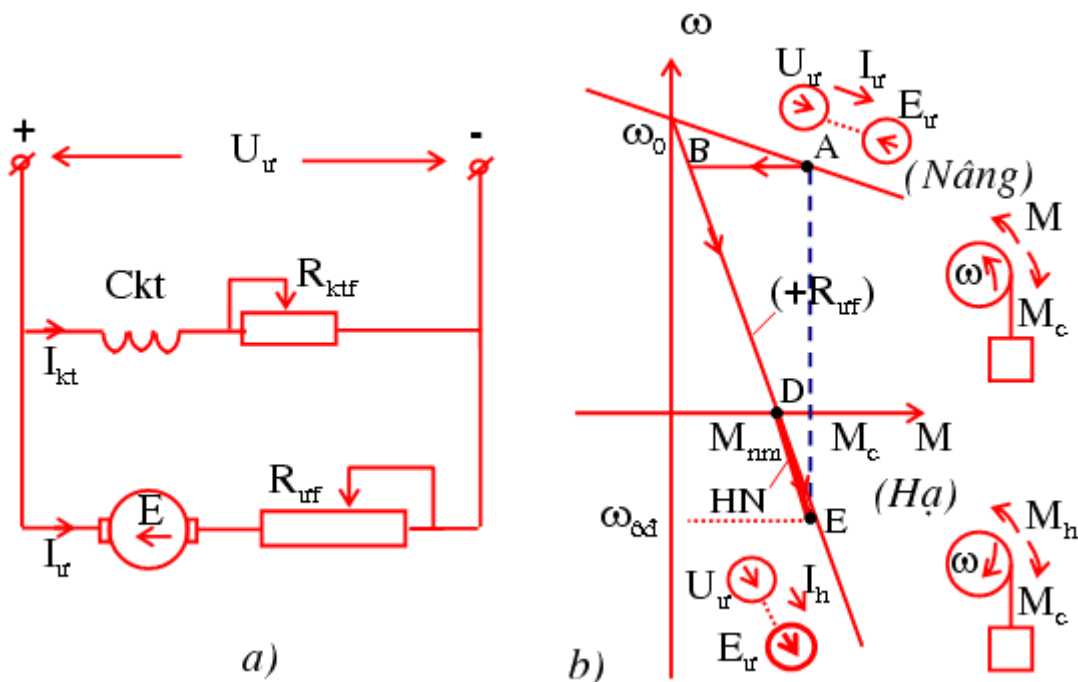
**Hình 2.12:** Hãm tái sinh khi đảo chiều điện áp phản ứng động cơ

### 2.1.2. Hãm ngược:

Hãm ngược là khi mômen hãm của động cơ ngược chiều với tốc độ quay ( $M(\omega)$ ). Hãm ngược có hai trường hợp:

#### a) Đưa điện trở phụ lớn vào mạch phần ứng:

Động cơ đang làm việc ở điểm A, ta đưa thêm  $R_{uf}$  lớn vào mạch phần ứng thì động cơ sẽ chuyển sang điểm B, D và làm việc ổn định ở điểm E ( $\omega_{đ} = \omega$  và  $\omega_{đ}(\omega)$  trên đặc tính cơ có thêm  $R_{uf}$  lớn, và đoạn DE là đoạn hãm ngược, động cơ làm việc như một máy phát nối tiếp với lưới điện, lúc này sức điện động của động cơ đảo dấu



Hình 2.13: Hãm ngược bằng đưa điện trở vào mạch phần ứng

#### b) Đặc tính cơ khi hãm ngược bằng thêm $R_{uf}$ .

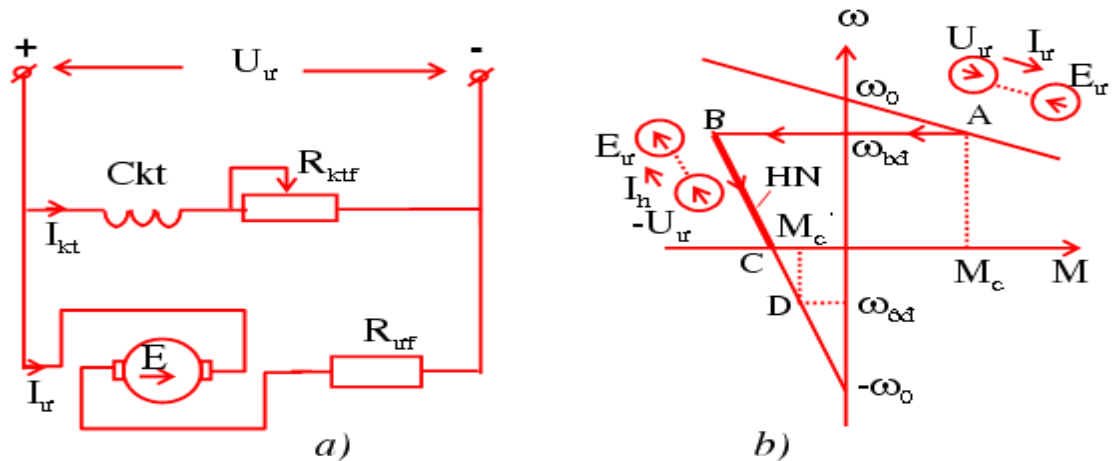
Tại thời điểm chuyển đổi mạch điện thì mômen động cơ nhỏ hơn mômen cản ( $M_B < M_c$ ) nên tốc độ động cơ giảm dần. Khi  $\omega = 0$ , động cơ ở chế độ ngắn mạch (điểm D trên đặc tính cơ có  $R_{uf}$ ) nhưng mômen của nó vẫn nhỏ hơn mômen cản:  $M_{nm} < M_c$ ; Do đó mômen cản của tải trọng sẽ kéo trục động cơ quay ngược và tải trọng sẽ hạ xuống, ( $\omega < 0$ , đoạn DE trên hình 2-6a). Tại điểm E, động cơ quay theo chiều hạ tải trọng, trường hợp này sự chuyển động của hệ được thực hiện nhờ thế năng của tải.

### b) Hãm ngược bằng cách đảo chiều điện áp phần ứng:

Động cơ đang làm việc ở điểm A, ta đổi chiều điện áp phần ứng (vì dòng đảo chiều lớn nên phải thêm điện trở phụ vào để hạn chế) thì:

Động cơ sẽ chuyển sang điểm B, C và sẽ làm việc xác lập ở D nếu phụ tải ma sát.

Đoạn BC là đoạn hãm ngược, lúc này dòng hãm và mômen hãm của động cơ:



Hình 2.14: a) Hãm ngược bằng cách đảo chiều  $U_r$

b) Đặc tính cơ hãm ngược bằng cách đảo

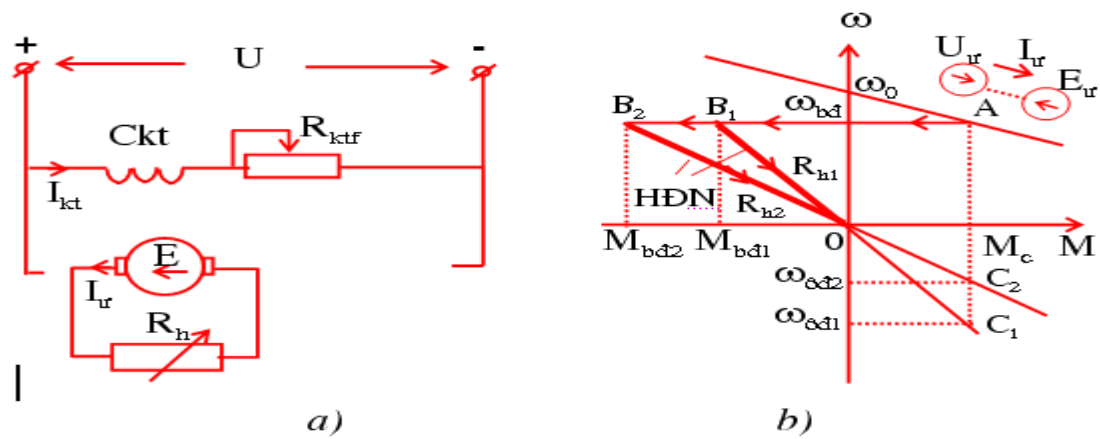
### 2.1.3. Hãm động năng: (cho $U_r = 0$ )

#### a) Hãm động năng kích từ độc lập:

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm A), thực hiện cắt phần ứng động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm  $R_h$ , do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát biến cơ năng thành nhiệt năng trên điện trở hãm và điện trở phần ứng.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng:

Tại thời điểm hãm ban đầu, tốc độ hãm ban đầu là (hđ nên sức điện động ban đầu, dòng hãm ban đầu và mômen hãm ban đầu:



**Hình 2.15:**a) Sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập

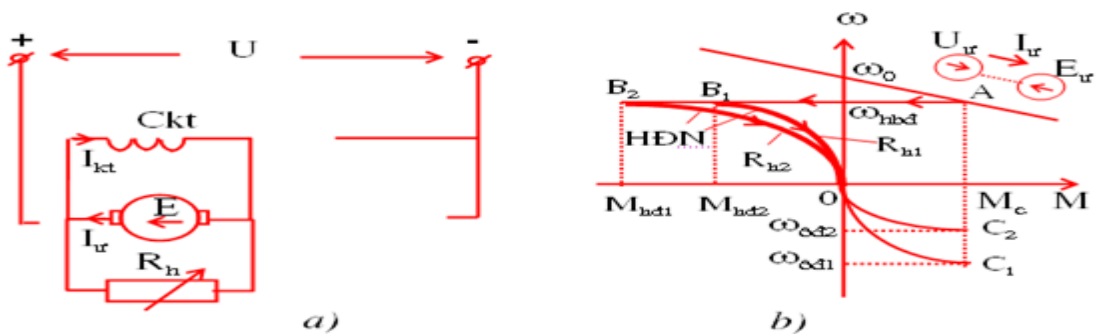
b) Đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng ta thấy rằng nếu mômen cản là phản kháng thì động cơ sẽ dừng hẳn (các đoạn B10 hoặc B20), còn nếu mômen cản là thế năng thì dưới tác dụng của tải sẽ kéo động cơ quay theo chiều ngược lại ((ôđ1 hoặc (ôđ2).

**b) Hãm động năng tự kích từ :**

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm A), thực hiện cắt cả phần ứng và kích từ của động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm  $R_h$ , do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát tự kích biến cơ năng thành nhiệt năng trên các điện trở.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ:



**Hình 2.16:**a) Sơ đồ hãm động năng tự kích từ

b) Đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng tự kích từ ta thấy rằng trong quá trình hãm, tốc độ giảm dần và dòng kích từ cũng giảm dần, do đó từ thông của động cơ cũng giảm dần và là hàm của tốc độ, vì vậy các đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ giống như đặc tính không tải của máy phát tự kích từ.

So với phương pháp hãm ngược, hãm động năng có hiệu quả hơn khi có cùng tốc độ hãm ban đầu, nhất là tổn ít năng lượng hơn.

## **2.2. ĐỘNG CƠ ĐIỆN BLDC (BRUSHLESS DC MOTOR).**

### **2.2.1. Giới thiệu chung về động cơ BLDC.**

Động cơ DC không chổi than-BLDC (Brushless Dc motor) là một dạng động cơ đồng bộ tuy nhiên động cơ BLDC kích từ bằng một loại nam châm vĩnh cửu dán trên rotor và dùng dòng điện DC ba pha cho dây quấn phần ứng stator. Cũng giống như động cơ đồng bộ thông thường, các cuộn dây BLDC cũng được đặt lệch nhau  $120^\circ$  điện trong không gian của stator. Các thanh nam châm được dán chắc chắn vào thân rotor làm nhiệm vụ kích từ cho động cơ. Đặc biệt điểm khác biệt về hoạt động của động cơ BLDC so với các động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu khác là động cơ BLDC bắt buộc phải có cảm biến vị trí rotor để cho động cơ hoạt động. Nguyên tắc điều khiển của động cơ BLDC là xác định vị trí rotor để điều khiển dòng điện vào cuộn dây stator tương ứng, nếu không động cơ không thể tự khởi động hay thay đổi chiều quay. Chính vì nguyên tắc điều khiển dựa vào vị trí rotor như vậy nên động cơ BLDC đòi hỏi phải có một bộ điều khiển chuyên dụng phối hợp với cảm biến Hall để điều khiển động cơ.

#### **a. Ưu điểm**

Động cơ DC không chổi than BLDC (Brushless DC motor) có các ưu điểm của động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu như: tỷ lệ momen/quán tính lớn, tỷ lệ công suất trên khối lượng cao.

Do máy được kích từ bằng nam châm vĩnh cửu nên giảm tổn hao đồng

và sắt trên rotor hiệu suất động cơ cao hơn.

Động cơ kích từ nam châm vĩnh cửu không cần chổi than và vành trượt nên không tốn chi phí bảo trì chổi than. Ta cũng có thể thay đổi đặc tính động cơ bằng cách thay đổi đặc tính của nam châm kích từ và cách bố trí nam châm trên rotor.

Một số đặc tính nổi bật của động cơ BLDC khi hoạt động:

- Mật độ từ thông khe hở không khí lớn.
- Tỷ lệ công suất/khối lượng máy điện cao.
- Tỷ lệ momen/quán tính lớn (có thể tăng tốc nhanh).
- Vận hành nhẹ nhàng (dao động của momen nhỏ) thậm chí ở tốc độ thấp
- Mômen điều khiển được ở vị trí bằng không.
- Vận hành ở tốc độ cao.
- Có thể tăng tốc và giảm tốc trong thời gian ngắn.
- Hiệu suất cao.
- Kết cấu gọn.

#### **b. Nhược điểm**

Do động cơ được kích từ bằng nam châm vĩnh cửu nên khi chế tạo giá thành cao do nam châm vĩnh cửu khá cao nhưng với sự phát triển công nghệ hiện nay thì giá thành nam châm có thể giảm.

Động cơ BLDC được điều khiển bằng một bộ điều khiển với điện ngõ ra dạng xung vuông và cảm biến Hall được đặt bên trong động cơ để xác định vị trí rotor. Điều này làm tăng giá thành đầu tư khi sử dụng động cơ BLDC. Tuy nhiên điều này cho phép điều khiển tốc độ và mômen động cơ dễ dàng, chính xác hơn.

Nếu dùng các loại nam châm sắt từ chúng dễ từ hóa nhưng khả năng tích từ không cao, dễ bị khử từ và đặc tính từ của nam châm bị giảm khi tăng nhiệt độ. Nhưng với loại nam châm hiếm như hiện nay thì nhược điểm này đã được cải thiện đáng kể.

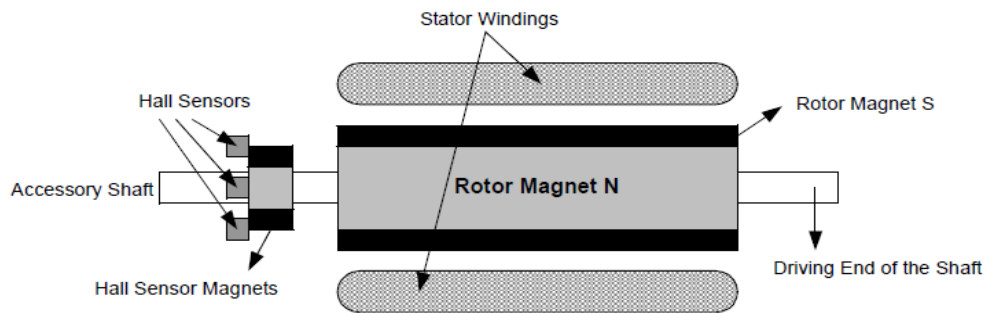
#### **2.2.2.Cấu tạo động cơ BLDC.**



Khác với động cơ một chiều bình thường, động cơ một chiều không chổi than BLDC có phần ứng đứng yên nằm trên stator và phần cảm quay nằm trên rotor.

Stator: bao gồm lõi sắt (các lá thép kỹ thuật điện ghép lại với nhau) và dây quấn, trong các rãnh của stator đặt cuộn ứng như trong các rãnh phần ứng bình thường.

Rotor thường là nam châm vĩnh cửu.

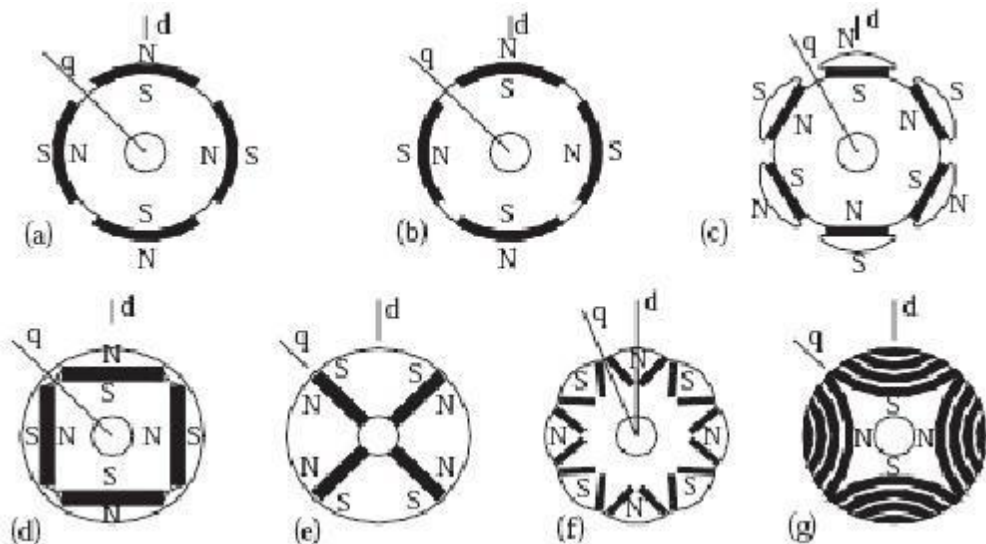


**Hình 2.17:** Cấu tạo của động cơ BLDC của Micrichip.

### 2.2.3. Cấu trúc động cơ BLDC.

Nam châm vĩnh cửu dùng để kích từ có thể là loại nam châm điện từ hoặc loại nam châm hiếm như: AlNiCo, NdFeB, SmCO... Tuy nhiên hiện nay người ta thường sử dụng các loại nam châm hiếm vì chúng có từ dư lớn, từ tính ít thay đổi khi nhiệt độ tăng, khó bị khử từ... Với công nghệ chế tạo nam châm ngày càng phát triển mạnh các đặc tính từ của nam châm vĩnh cửu ngày càng được cải thiện, chất lượng nam châm ngày càng tốt hơn. Điều này cho phép động cơ BLDC được chế tạo và ứng dụng nhiều hơn.

Theo cách dán nam châm vào rotor động cơ ta phân thành hai kiểu rotor: rotor có nam châm dán trên bề mặt bên ngoài ( rotor-surface-mounted magnet) và dạng rotor nam châm nằm bên trong ( interior magnets).



**Hình 2.18:** Nam châm được đặt trên rotor của động cơ BLDC.

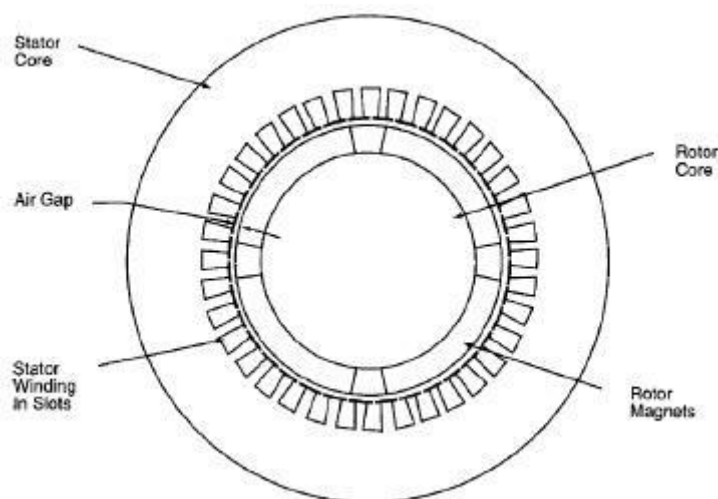
a,b,c: nam châm dán bề mặt ngoài rotor.

d,e,f,g: nam châm đặt bên trong rotor.

Theo vị trí tương đối của rotor đối với stator ta có hai kiểu động cơ: Động cơ rotor nằm bên trong ( interior rotor) và động cơ rotor nằm bên ngoài (exterior rotor).

**a. Động cơ nam châm dán ngoài bề mặt rotor.**

Máy điện có nam châm vĩnh cửu dán trên bề mặt rotor được xem như một động cơ cực từ ẩn. Thiết kế và cấu trúc stator và các cuộn dây tương tự như trong các máy điện đồng bộ truyền thống. Nam châm vĩnh cửu được đặt trên bề mặt cả rotor và được gắn chặt vào rotor. Do nam châm có độ thẩm từ rất nhỏ so với sắt cho nên ảnh hưởng của khe hở không khí lên máy là lớn. Thông thường giả thiết khi phân tích máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu thì khe hở không khí là đồng dạng.



**Hình 2.10:** Kiểu rotor nam châm dán ngoài bề mặt.

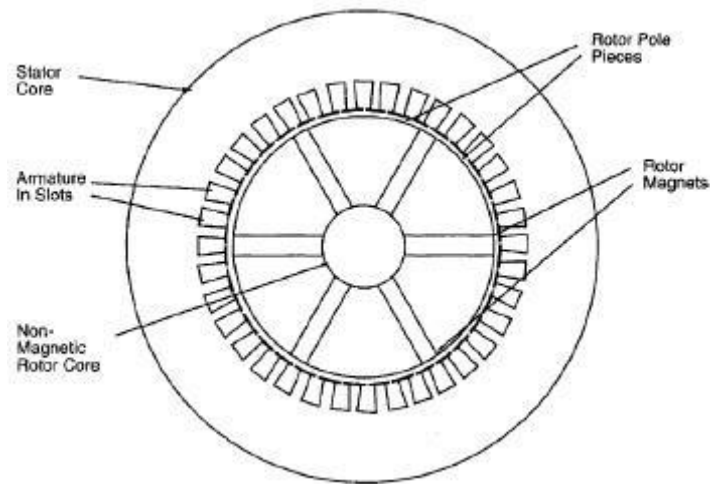
Trong trường hợp các thanh nam châm được gắn trên bề mặt của rotor, sự ra tăng độ thâm từ do môi trường bên ngoài là 1,02-1,2. Chúng có cường độ từ trường lớn, cho nên có thể xem máy điện có khe hở không khí lớn, do đó có thể bỏ qua hiện tượng cực lõi (điều này dẫn đến điện cảm từ hóa trên trục d bằng điện cảm từ hóa trên trục q,  $L_{md}=L_{mq}=L_m$ ). Hơn nữa, do khe hở không khí lớn, điện cảm đồng bộ ( $L_s=L_{s1}+L_m$ ) nhỏ và vì vậy có thể bỏ qua

hiện tượng phản ứng phản ứng. Một hệ quả của khe hở không khí lớn là hằng số điện của cuộn stator nhỏ. Nam châm dán nên rotor có thể có nhiều hình dạng, dạng cung trong hay dạng phẳng có độ dày vài milimet. Nam châm dạng cung tạo một từ thông trong khe hở không khí bằng phẳng và mômen ít dao động. Cũng có thể giảm dao động của mômen bằng cách thiết kế stator thích hợp.

**b. Động cơ có nam châm vĩnh cửu đặt bên trong rotor.**

Động cơ loại này, nam châm được đặt bên trong của than rotor, nam châm có thể được đặt vuông góc nhau hay chéo nhau. Máy điện có nam châm bên trong rotor cũng như động cơ đồng bộ cực lõi ( $L_q \neq L_d$ ). Do các thanh nam châm được đặt bên trong rotor, ảnh hưởng của khe hở không khí nhỏ hơn nhiều so với máy điện có các thanh nam châm đặt bên ngoài rotor. Đặc tính này cho phép có thể vận hành dễ dàng trong vùng từ trường yếu mà rất khó

trong trường hợp nam châm dán ở mặt ngoài rotor. Do khe hở không khí là không đồng dạng nên điều khiển phức tạp hơn nhiều so với máy điện có nam châm dán ở mặt ngoài rotor, do mômen tạo ra gồm cả hai thành phần: thành phần cơ bản và thành phần cưỡng bức.



**Hình 2.19:** Kiểu rotor nam châm nằm bên trong.

## 2.2.4. Phương trình mô hình toán cho động cơ BLDC.

### a. Phương trình điện áp tức thời

Phương trình điện áp Kirchhoff cho động cơ đồng bộ:

$$v_1 = e_f + R_1 i_a + L_s \frac{di_a}{dt} \quad (2.12)$$

Trong đó:  $e_f$  là sức điện động cảm ứng tức thời của cuộn dây một pha.

$R_1$  là điện trở của cuộn dây một pha.

$i_a$  là dòng điện tức thời của một pha dây quấn stator.

$L_s$  là cảm kháng của dây quấn trên một pha.

Đây là phương trình điện áp một pha tính tại điểm trung tính của hệ thống.

Đối với động cơ 3 pha nối sao Y, dạng sóng điện áp vào là toàn cho kỳ, thì trong một thời điểm luôn có hai cuộn dây cùng có dòng điện chạy qua.

Do đó phương trình điện áp có dạng:

$$v_1 = e_{fA} - e_{fB} + 2R_1 i_a + 2L_s \frac{di_a}{dt} \quad (2.13)$$

Trong đó:  $e_{fA} - e_{fB}$  là điện áp cảm ứng dây  $e_{fAB}$ , có thể viết lại  $e_{fL-L}$ .

$$v_1 = (e_{fA} - e_{fB}) + 2R_1 i_a + 2L_s \frac{di_a}{dt} \quad (2.14)$$

Do động cơ BLDC dùng dòng một chiều cho cuộn dây phần ứng chúng ta bỏ qua cảm kháng cuộn dây  $L_s \approx 0, v_1 = V_{dc}$  là điện áp một chiều đưa vào bộ biến đổi điện áp.

Phương trình được viết lại cho động cơ BLDC:

Đối với điện áp dạng bán sóng:

$$i_a(t) = \frac{V_{dc} - e_f}{R_1} \quad (2.15)$$

Đối với dạng điện áp toàn sóng:

$$i_a(t) = \frac{V_{dc} - e(fL - L)}{2.R_1} \quad (2.16)$$

Nếu xét đến cảm kháng  $L_s$  và giả thiết  $e_{fL-L} = E_{fL-L}$  gần bằng hằng số thì phương trình được viết lại như sau:

$$i_a(t) = \frac{V_{dc} - e(fL - L)}{2.R_1} \cdot (1 - e^{-R_1/L_1 t}) + I_{a0} e^{-(R_1/L_1)t} \quad (2.17)$$

Trong đó:  $I_{a0}$  là dòng điện tại thời điểm  $t=0$ .

## b. Sức điện động cảm ứng

Sức điện động cảm ứng EMF của cuộn dây được tính theo công thức của tốc độ rotor  $n$ :

Đối với điện áp bán sóng:

$$E_f = C_{Edc} \cdot \Phi_f \cdot n = K_{Edc} \cdot n \quad (2.18)$$

Đối với điện áp toàn sóng:

$$E_{fL-L} = C_{Edc} \cdot \Phi_f \cdot n = K_{Edc} \cdot n \quad (2.19)$$

Trong đó:  $C_{Edc} \cdot \Phi_f = K_{Edc}$  gọi là hằng số sức điện động cảm ứng hay gọi tắt là hằng số cảm ứng. Kích từ của nam châm vĩnh cửu ta xem như không đổi  $\Phi_f = \text{const}$ .

$C_{Edc}$  được xác định theo công thức:

$$C_{Edc} = 8pN_1 k_{w1} \quad (2.20)$$

Với :  $k_{w1}$  là hệ số dây quấn.

$N_1$  số vòng dây quấn của một pha.

$p$  số cặp của động cơ.

### c. Mômen điện từ

Mômen điện từ của động cơ BLDC được xác định giống như của động cơ DC có chổi than:

$$T_d = C_{Tdc} \Phi_f I_a = K_{Tdc} I_a \quad (2.21)$$

Trong đó:  $C_{Tdc} \Phi_f = K_{Tdc}$  là hằng số mômen.

Hằng số mômen được xác định theo công thức:

$$C_{Tdc} = \frac{C(Edc)}{2\pi} \quad (2.22)$$

### d. Vận tốc dài của rotor

Vận tốc dài m/s được tính theo công thức:

$$v = \frac{2\tau}{T} = 2\tau pn \quad (2.23)$$

Trong đó:  $\tau$  bước cực

$p$  số cặp cực

$n$  số vòng quay của rotor

### e. Sức điện động và mômen động cơ BLDC.

Đối với dây quấn nối Y, tại một thời điểm dòng điện chỉ chạy qua hai trong ba cuộn dây của dây quấn stator. Dòng điện DC kích từ có  $\omega = 0$  nên công thức sức điện động giống như động cơ DC:

$$V_{dc} = E_{fL-L} + 2R_1 I_a \quad (2.24)$$

Sức điện động cảm ứng  $E_{fL-L}$  là tổng sức điện động cảm ứng của hai cuộn dây nối tiếp nhau, điện áp  $V_{dc}$  là điện áp DC đưa vào bộ điều khiển:

Xét điều kiện lý tưởng với từ thông dạng hình chữ nhật không đổi  $B_{mb} = \text{const}$  trong giai đoạn  $0 \leq x \leq \tau$  từ thông cảm ứng từ:

$$\Phi_f = L_i \int_0^\tau B_m g dx = \tau L_i B_{mg} \quad (2.25)$$

Trong thực tế từ thông này nhỏ hơn vì  $b_p < \tau$  công thức trở thành:

$$\Phi_f = b_p L_i B_{mg} = \alpha_i \tau L_i B_{mg} \quad (2.26)$$

Với kích từ dạng xung vuông, sức điện động cảm ứng trên một vòng dây như sau:

$$e_{f0} = 2B_{mg} L_i v = 4pn B_{mg} L_i \tau \quad (2.27)$$

Nếu tính tới chiều rộng cực  $b_p = \alpha_i \tau$  và cuộn dây có  $N_1$  vòng với hệ số quấn dây  $k_{w1}$  ta có sức điện động cảm ứng được tính:

$$e_f = 4pnN_1k_{w1}\alpha_i B_{mg}L_i \tau = 4pnN_1k_{w1}\phi_f \quad (2.28)$$

Với mạch nối Y, trong một thời điểm dòng điện qua hai cuộn dây thì:

$$E_{fL-L} = 2e_f = 8pN_1k_{w1}\alpha_i L_i B_{mg}n = c_{Edc} f \phi = k_{Edc} n \quad (2.29)$$

Trong đó ta thay:  $c_{Edc} = 8pN_1k_{w1}\alpha_i L_i B_{mg}$  và  $k_{Edc} = c_{Edc} f \phi$

Mômen điện từ sinh ra có giá trị:

$$T_d = \frac{Pg}{2\pi n} = \frac{E(fL-L).I_a}{2\pi n} = \frac{4}{\pi} p.N_1k_{w1}\alpha_i \tau L_i B_{mg} I_a \quad (2.30)$$

$$T_d = \frac{4}{\pi} pN_1k_{w1}\phi_f I_a = C_{Tdc} \phi_f I_a = k_{Tdc} I_a \quad (2.31)$$

### Đặc tính moment- vận tốc.

Đặc tính moment- vận tốc của động cơ theo công thức ta có:

$$\text{Với vận tốc không tải: } n_0 = \frac{V_{dc}}{K_e} \quad (2.32)$$

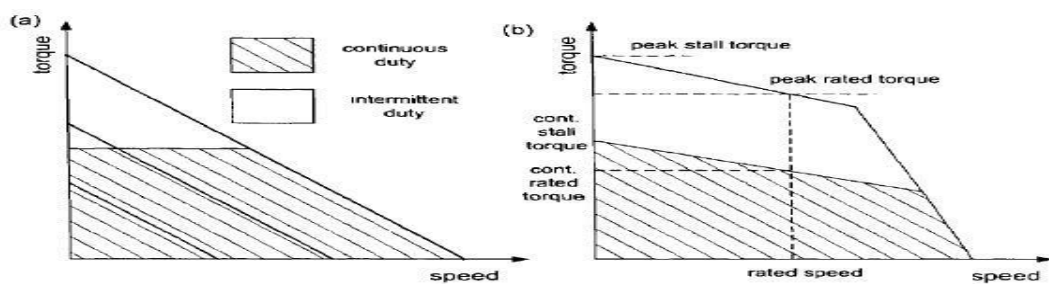
Moment khởi động  $T_{dst} = k_{Tdc} \cdot I_{ash}$  và dòng điện khởi động  $I_{ash} = \frac{V_{dc}}{R}$

Ta có:

$$\frac{n}{n_0} = 1 - \frac{I_a}{I_{ash}} = 1 - \frac{T_d}{T_{dst}}$$

Các công thức trên là công thức gần đúng do đó không được sử dụng để tính các đặc tính kinh tế cho động cơ BLDC.

Đặc tính moment- tốc độ của động cơ BLDC từ lý thuyết đến thực tế có sự khác biệt:



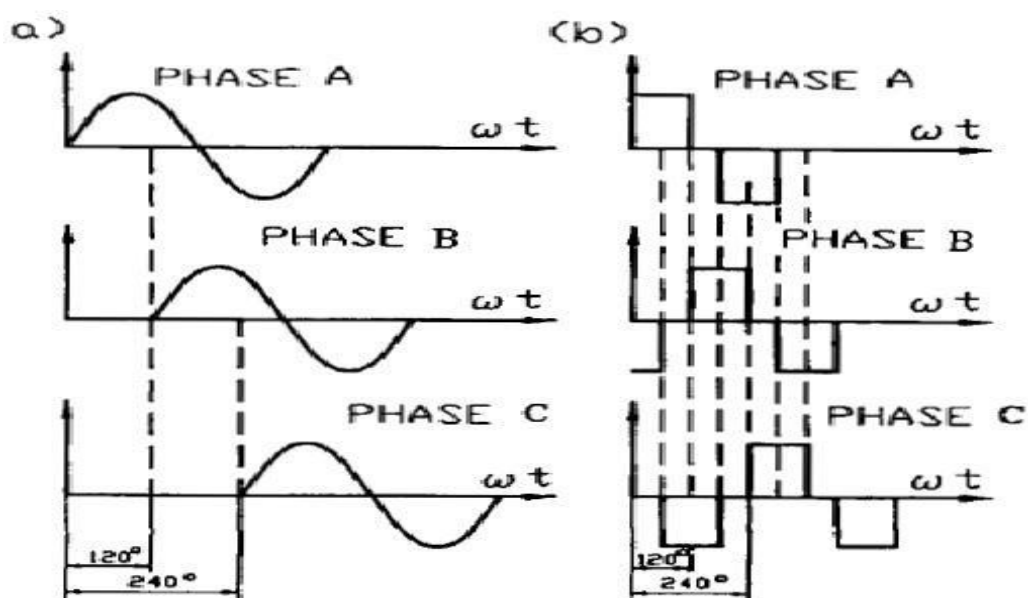
**Hình 2.20:** Đặc tính moment-tốc độ lý thuyết và thực tế: (a) Lý thuyết, (b) Thực tế.

## 2.2.5. Các phương pháp điều khiển động cơ BLDC.

### a. Đặc điểm bộ điều khiển.

Giống với các loại động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu thông thường, động cơ BLDC cũng sử dụng nguồn điện 3 pha để tạo từ trường quay. Tuy nhiên động cơ BLDC sử dụng dòng điện một chiều được điều khiển bằng các khóa công suất để tạo điện áp DC 3 pha lệch nhau  $120^\circ$  để hoạt động, do đó

nó có tên gọi động cơ DC không chổi than. Giảns đồ dòng điện áp một chiều ba pha và xoay chiều 3 pha như sau:



**Hình 2.21:** Giảns đồ so sánh dạng sóng sin ba pha và DC ba pha

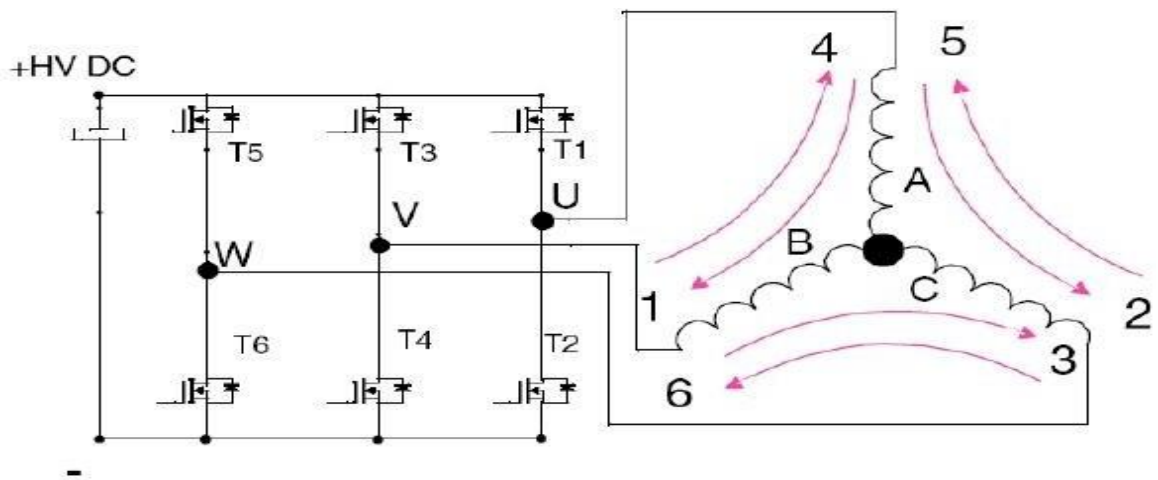
(a):sóng sin (b):sóng DC

Động cơ BLDC hoạt động trên nguyên tắc xác định vị trí rotor và điều khiển dòng điện phản ứng cho phù hợp với vị trí đó. Do đó động cơ BLDC hoạt động phải có thiết bị xác định vị trí rotor như Encoder hoặc cảm biến từ trường Hall. Cảm biến này sẽ gửi tín hiệu vị trí rotor về bộ điều khiển để đóng ngắt dòng điện DC chạy qua các cuộn dây của các pha tương ứng với vị trí của rotor lúc đó. Đây là một trong những nhược điểm về hoạt động và điều khiển của động cơ BLDC. Tuy nhiên với nguyên tắc hoạt động như vậy ta có

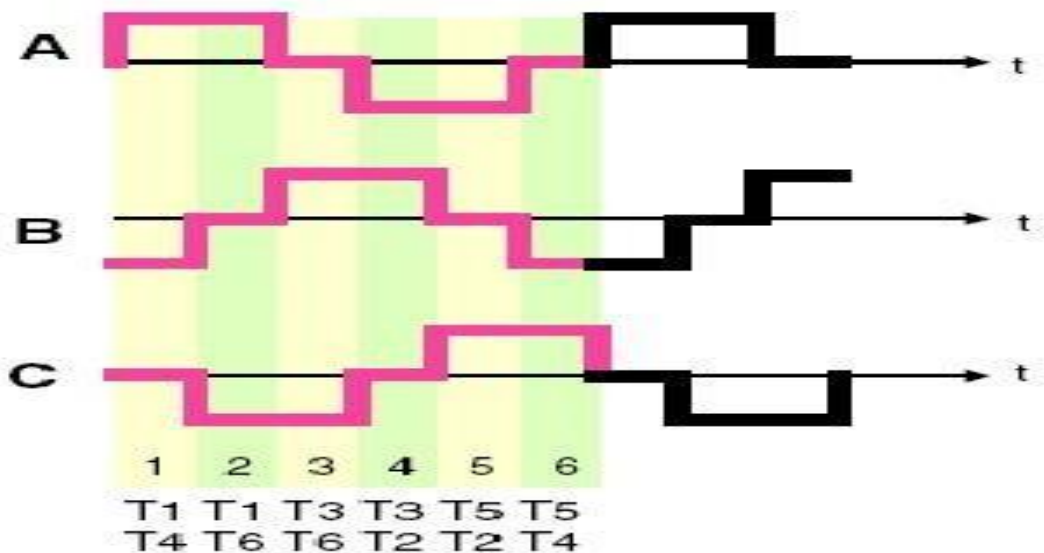


thể dễ dàng điều khiển vận tốc và vị trí của động cơ.

Động cơ BLDC được điều khiển bằng một bộ điều khiển tương ứng. Bộ điều khiển này cấu tạo giống như một bộ nghịch lưu ba pha thông thường tuy nhiên dòng điện ra là dòng điện không đổi DC. Tại một thời điểm hoạt động bộ điều khiển chỉ cho dòng điện DC chạy qua hai cuộn dây của hai pha tương ứng với vị trí của rotor lúc đó. Đây là khác biệt giữa động cơ BLDC với các động cơ đồng bộ tương ứng.



**Hình 2.22:** Sơ đồ khóa và quá trình đóng cắt điều khiển động cơ BLDC.



**Hình 2.23:** Giản đồ dòng điện tương ứng ba pha của dây quấn stator.

## b. Cảm biến vị trí rotor - Cảm biến Hall.

Để xác định vị trí rotor có thể dùng cảm biến Hall hoặc Encoder. Có thể đặt các phần tử cảm biến bên trong động cơ, trên đầu trục động cơ hay dùng cảm biến bên ngoài lắp vào trục động cơ.

Cảm biến hiệu ứng Hall (gọi tắt là cảm biến Hall) được dùng trong động cơ BLDC để xác định vị trí cực nam châm của rotor. Tín hiệu vị trí này là cơ sở để bộ điều khiển đóng cắt các khóa công suất cấp dòng DC cho cuộn dây stator tương ứng. Khi đặt cảm biến Hall trong vùng từ trường và có một dòng điện DC chạy qua thì sẽ có một điện áp sinh ra tại ngõ ra của cảm biến có giá trị tính theo công thức:

$$V_H = k_H \frac{1}{\delta} \beta \quad (2.33)$$

Trong đó :  $k_H$  là hằng số Hall ( $m^3/C$ ).

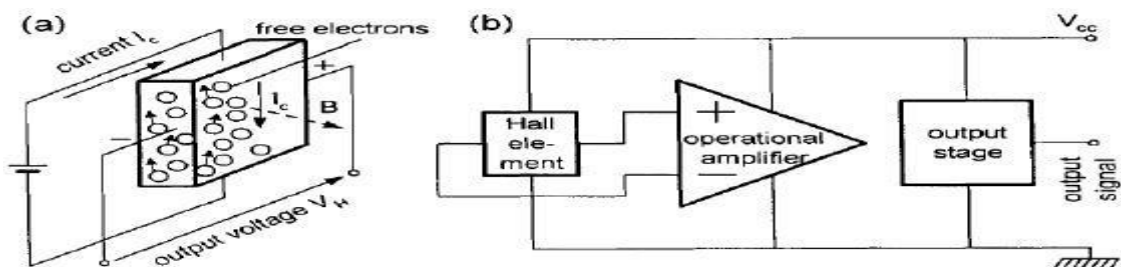
$\delta$  là độ dày của chất bán dẫn.

$I_C$  là dòng điện cấp vào.

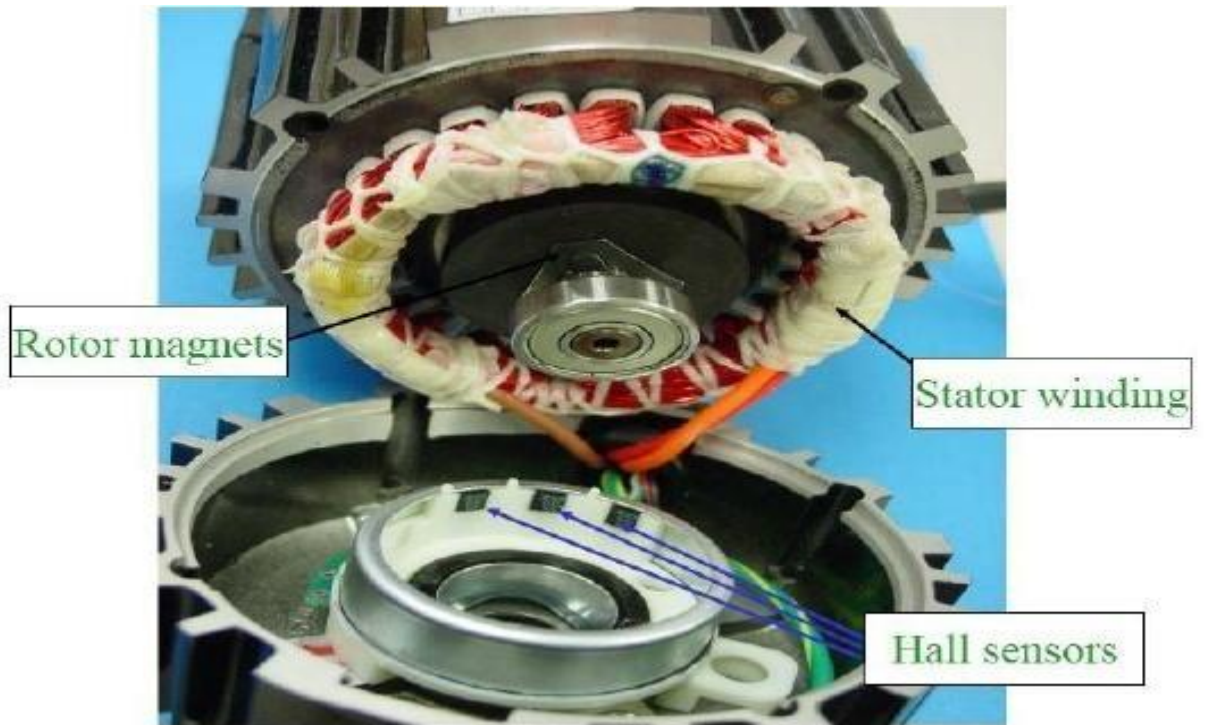
$B$  là mật độ từ thông.

$\beta$  góc lệch giữa mật độ từ thông và bề mặt cảm biến.

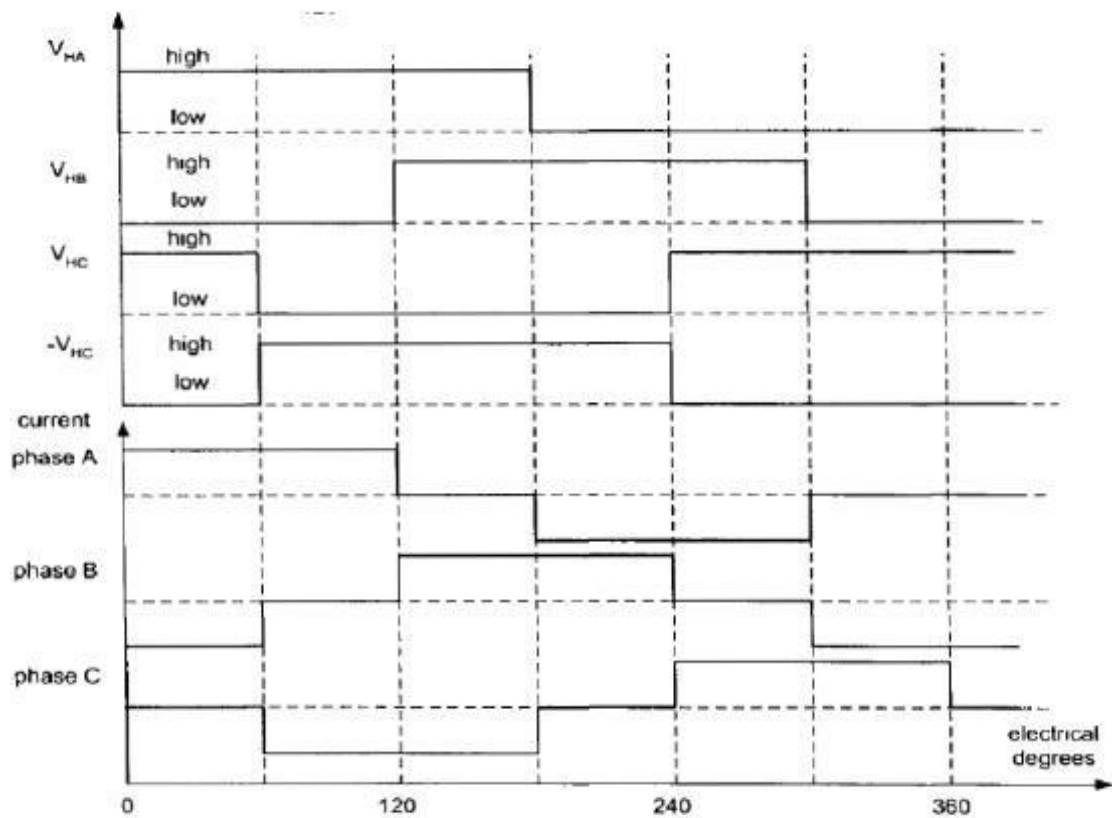
Sự phân cực suất hiện khi cảm biến quét qua các nam châm của động cơ. Theo công thức trên thì điện áp  $V_H$  sinh ra có dạng tuyến tính thay đổi theo góc lệch giữa cảm biến và từ trường. Chúng ta cần tín hiệu kỹ thuật số để điều khiển có dạng nhị phân 1/0 do đó cả cảm biến đều được chế tạo tích hợp trong một IC để dạng điện áp ra là dạng xung vuông. Các cảm biến Hall đặt trong động cơ lệch nhau một góc  $120^\circ$  điện hay  $60^\circ$  điện để xác định chính xác vị trí rotor để điều khiển tương ứng các pha của dòng điện phản ứng stator.



**Hình 2.24:** Tích hợp cảm biến Hall vào một IC.



**Hình 2.25:** Đặt cảm biến Hall bên trong động cơ.



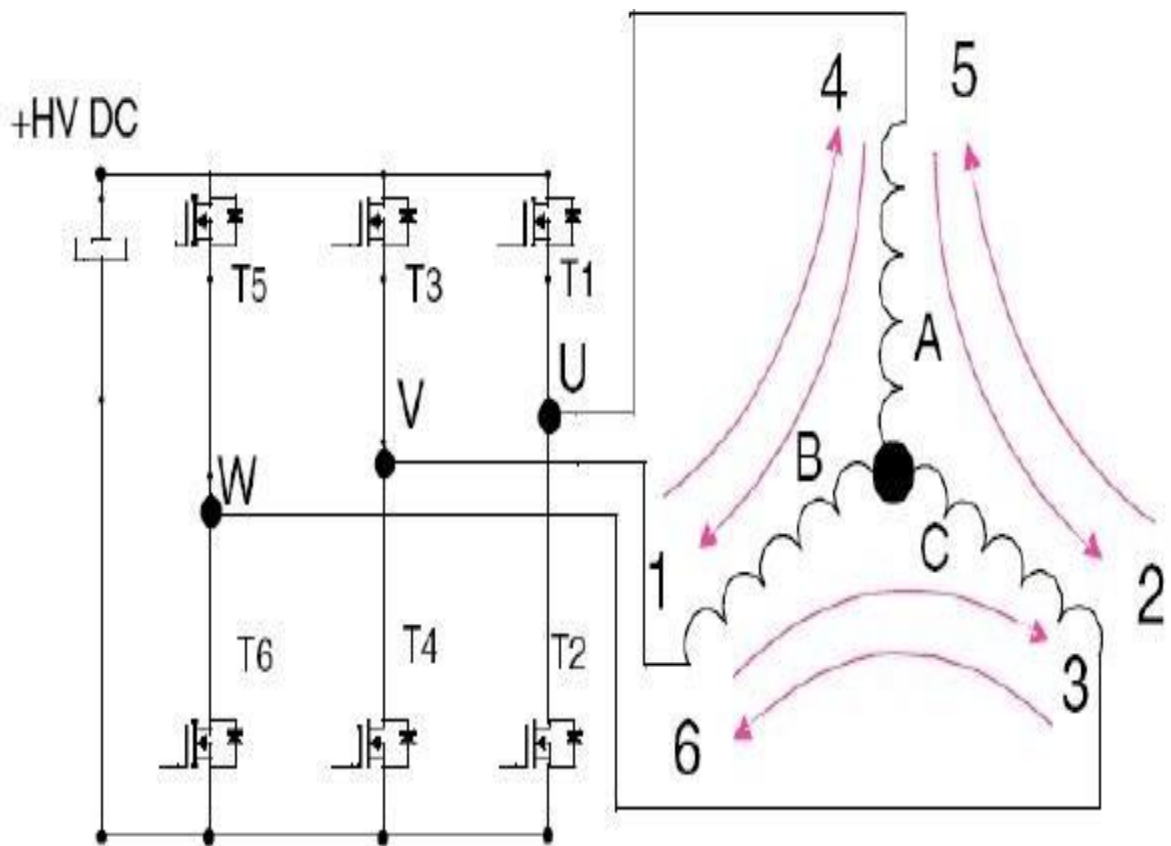
**Hình 2.26:** Tín hiệu cảm biến Hall và dòng điện tương ứng các pha.

### c. Các phương pháp điều khiển động cơ BLDC.

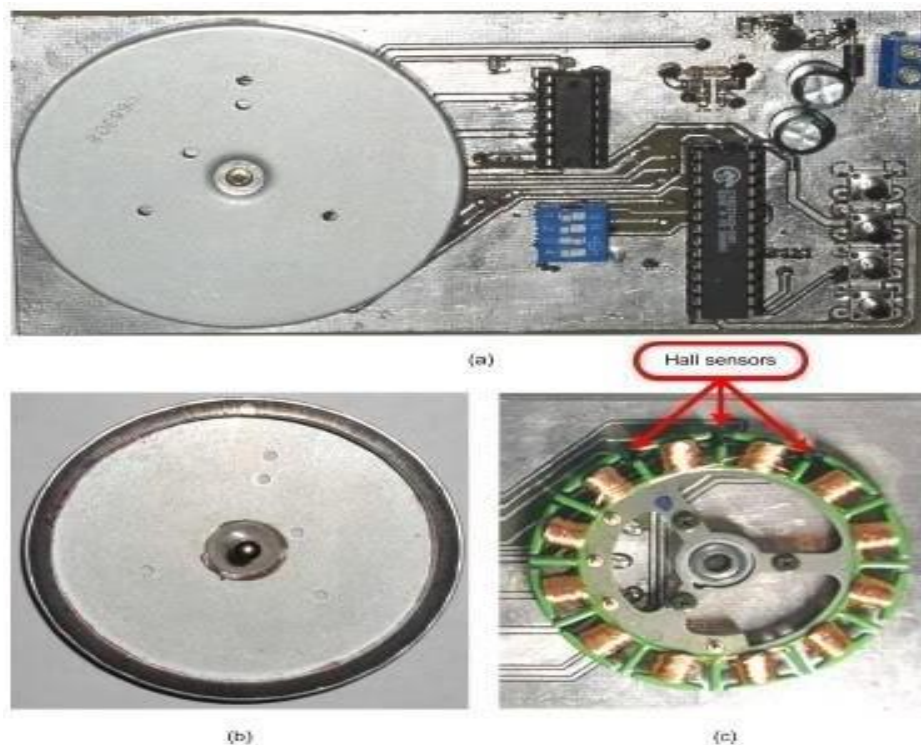
Để điều khiển động cơ BLDC có hai phương pháp chính: phương pháp dùng cảm biến vị trí Hall ( hoặc Encoder) và phương pháp điều khiển không cảm biến (sensorless control). Trong đó ta có hai phương pháp điều chế điện áp ra từ bộ điều khiển đó là điện áp dạng sóng hình thang và dạng sóng hình sin. Cả hai phương pháp hình thang và hình sin đều có thể sử dụng cho điều khiển có cảm biến Hall và không cảm biến, trong khi phương pháp không cảm biến chỉ dùng phương pháp điện áp dạng sóng hình thang.

#### 1. Phương pháp điều khiển bằng tín hiệu cảm biến Hall-phương pháp 6 bước.

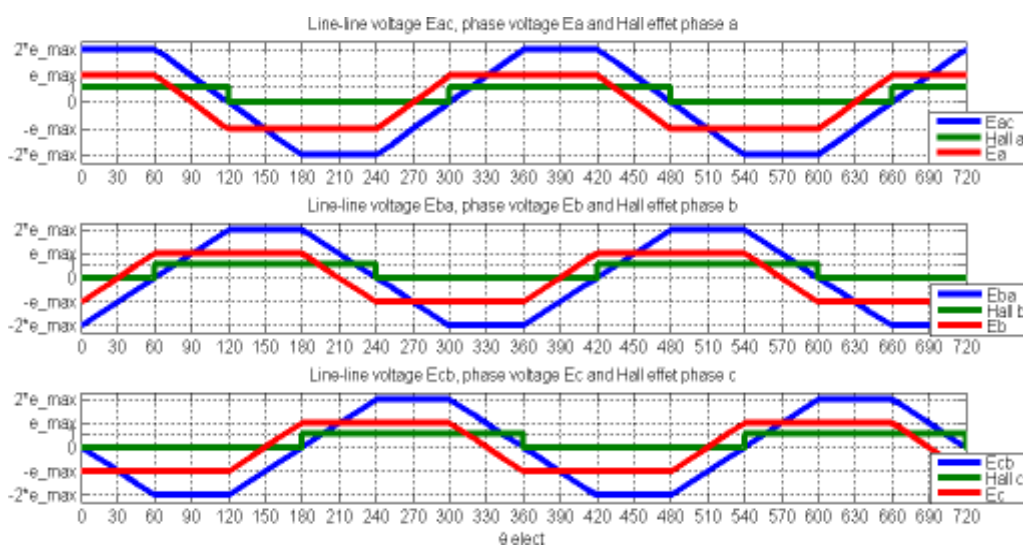
Phương pháp này được dựa trên nguyên lý hoạt động cơ bản của động cơ BLDC dùng tín hiệu đưa về từ cảm biến vị trí rotor để làm tín hiệu đóng ngắt dòng điện vào các cuộn dây tương ứng. Giả đồ xung kích và dòng điện đóng ngắt tương ứng thể hiện trong hình 2.18.



**Hình 2.27:** Sơ đồ bộ khóa và quá trình đóng cắt điều khiển động cơ BLDC.



**Hình 2.28:** Cảm biến hall gắn trên stator.



**Hình 2.29:** Dạng sóng sức phản điện động pha,dây và tín hiệu đưa về Hall sensor.

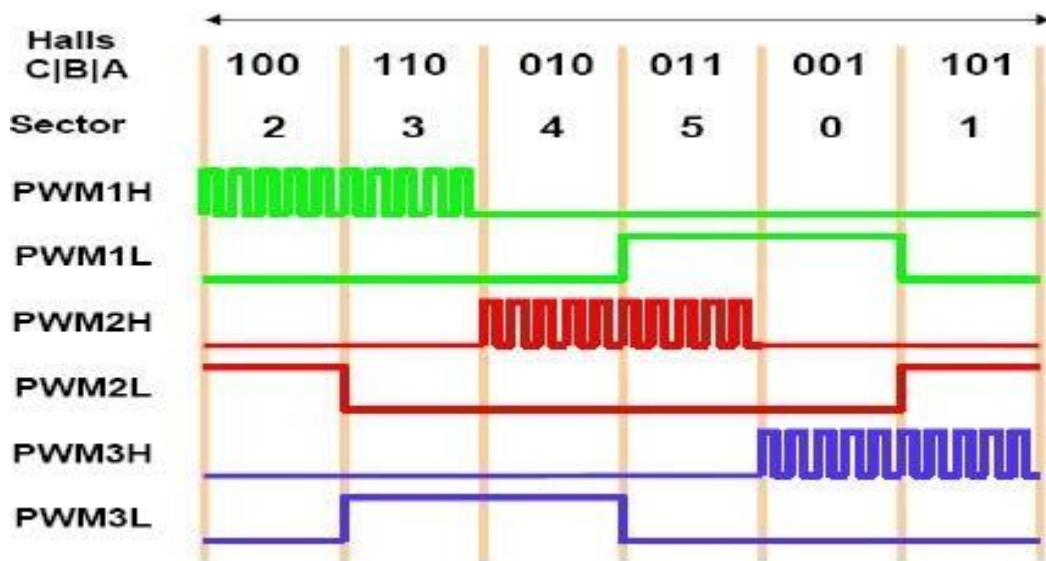
## 2. Điều khiển động cơ BLDC điện áp bằng cách điều chỉnh điện áp ngõ vào.

Đây là phương pháp điều khiển giống với điều khiển động cơ DC thông thường. Tốc độ động cơ được điều khiển bằng cách điều chỉnh điện áp DC cung cấp cho bộ khóa công suất. Điện áp ngõ vào được điều chỉnh sao cho tốc

độ ngõ ra bám sát theo tốc độ đặt cho hệ thống. Để thay đổi chiều quay ta thay đổi các khóa công suất sao cho dòng điện chạy qua các cuộn dây các pha có chiều ngược lại. Trong phương pháp này các khóa bán dẫn chỉ có nhiệm vụ đóng hoặc cắt dòng điện qua nó.

### 3. Điều khiển bằng phương pháp PWM.

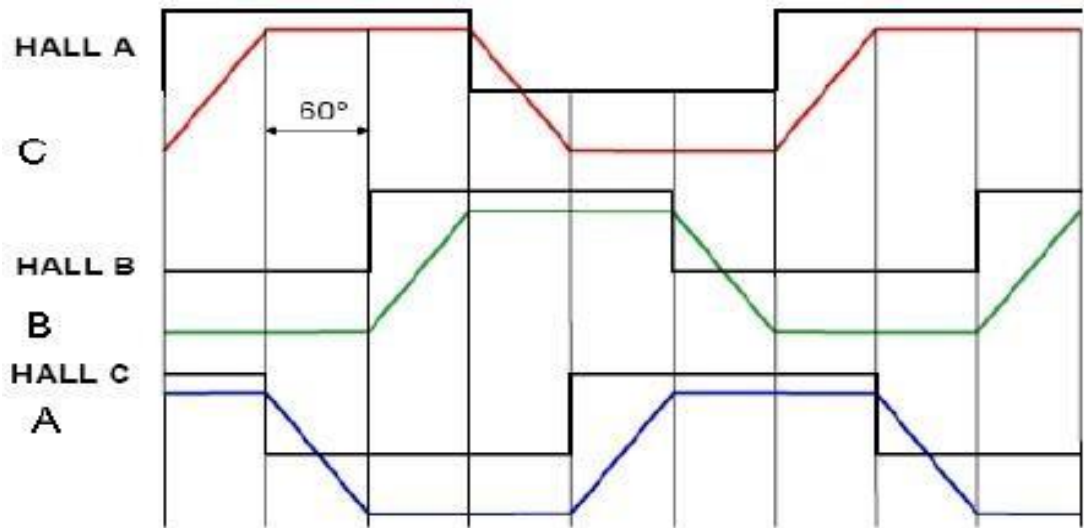
Trên cơ sở điều khiển tốc độ động cơ BLDC bằng phương pháp điều chỉnh điện áp vào ta có thể áp dụng kỹ thuật PWM để điều khiển tốc độ động cơ. Đây cũng là phương pháp được sử dụng rộng rãi trong điều khiển điện áp hiện nay. Với phương pháp này điện áp cung cấp cho bộ khóa công suất không đổi, tuy nhiên điện áp ra khỏi bộ khóa đến động cơ thay đổi theo thuật toán điều khiển. Phương pháp PWM có thể dùng cho khóa trên, khóa dưới hay đồng thời cả hai khóa trên và dưới cùng lúc.



**Hình 2.30:** Giải đồ xung điều khiển PWM kênh trên.

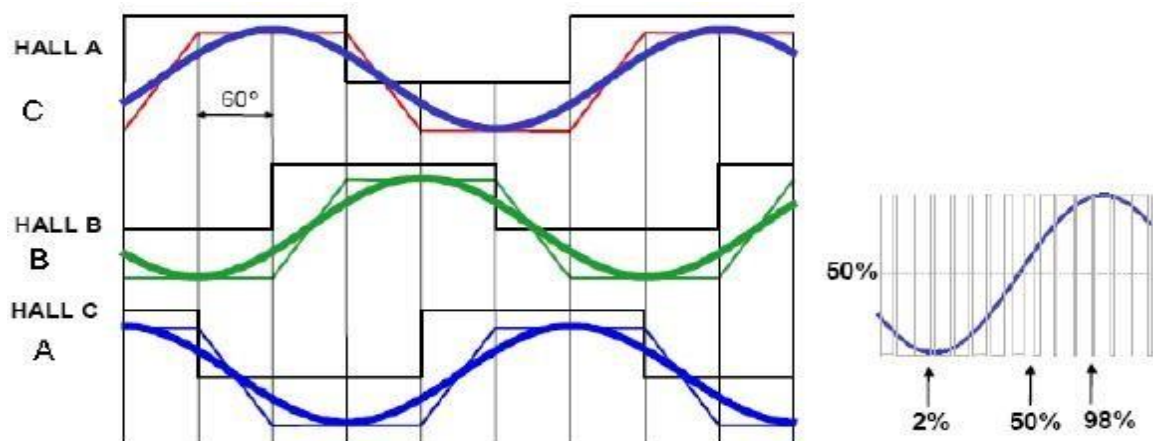
Trong khi điều chế PWM ta có thể điều khiển điện áp ra kiểu sóng hình thang hay kiểu sóng sin, do đó phương pháp này được chia thành hai kỹ thuật: kỹ thuật điện áp hình thang và kỹ thuật điện áp hình sin.

- Kỹ thuật điện áp hình thang là kỹ thuật cơ bản trong điều khiển động cơ BLDC và các IC chuyên dùng cũng áp dụng kỹ thuật này để điều khiển. Kỹ thuật này chỉ đòi hỏi các khóa đóng ngắt đồng bộ với cảm biến Hall theo tần số PWM nhất định.



**Hình 2.31:** Giản đồ điện áp hình thang tương ứng với cảm biến Hall.

- Kỹ thuật điện áp hình sin còn được gọi là điều khiển AC không chổi than (brushless AC). Kỹ thuật này làm giảm tiếng ồn có thể nghe thấy được, giảm gợn sóng mômen do dạng sóng điện áp và dòng điện ra ít bị gợn sóng.



**Hình 2.32:** Giản đồ điều chế điện áp hình sin.

#### **4. Điều khiển động cơ BLDC không sử dụng cảm biến ( sensorless control).**

Đây là phương pháp sử dụng các ước lượng từ thông rotor để điều khiển các khóa đóng cắt thay cho cảm biến Hall truyền thống. Do đó phương pháp này được gọi là phương pháp điều khiển không cảm biến (sensorless control). Cơ sở chính của điều khiển không cảm biến đối với động cơ BLDC là dựa vào thời điểm qua zero của sức điện động cảm ứng trên các pha của động cơ. Tuy nhiên phương pháp này chỉ áp dụng được phương pháp điện áp hình thang.

Về cơ bản có hai kỹ thuật điều khiển không cảm biến:

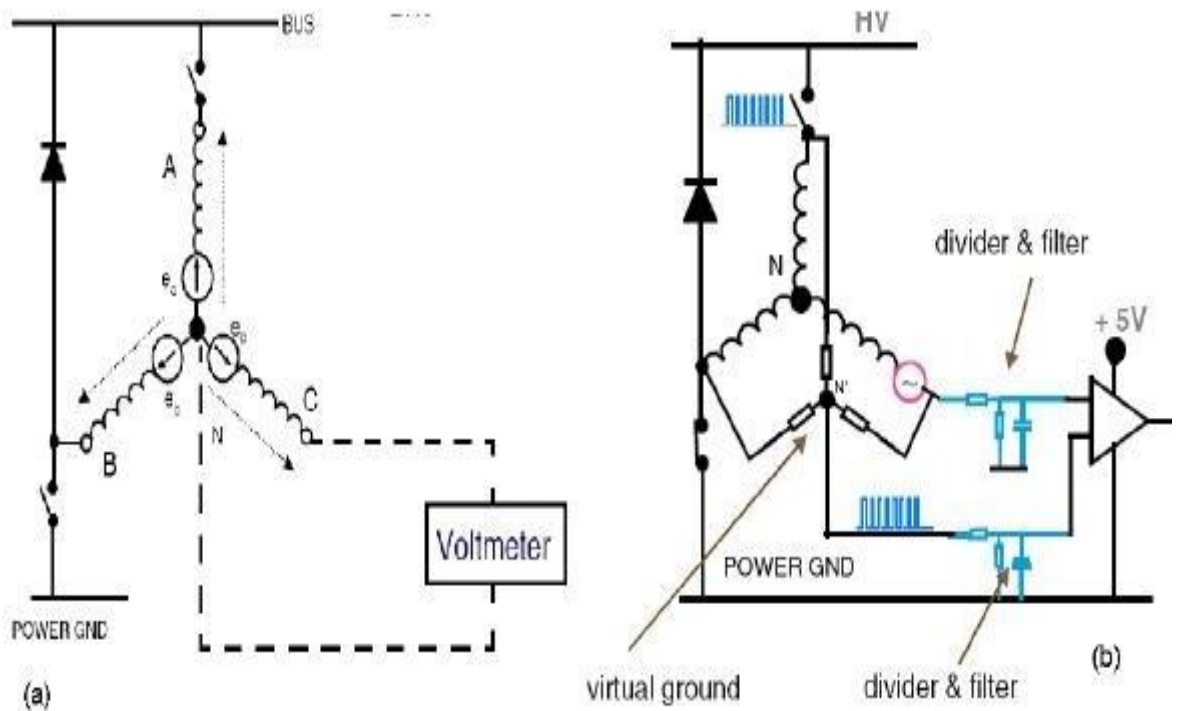
- Một là xác định vị trí rotor dựa vào sức điện động của động cơ, phương pháp này đơn giản, dễ dàng thực hiện và giá thành rẻ. Trong đề tài chỉ nói đề cập đến phương pháp này.
- Hai là ước lượng vị trí dùng các thông số của động cơ, các giá trị điện áp và dòng điện trên động cơ. Phương pháp này đòi hỏi phải tính toán phức tạp để tính toán các thông số. Phương pháp này tính toán phức tạp, khó điều khiển, giá thành cao.

Phương pháp ước lượng vị trí rotor dựa vào thời điểm qua zero của sức điện động đòi chúng ta tạo ra một điểm trung tính để có thể đo và bắt điểm qua zero của sức điện động. Điểm trung tính có thể là trung tính hoặc trung tính ảo.

Điểm trung tính ảo trên lý thuyết có cùng điện thế với trung tính thật của các cuộn dây đấu hình Y. Tuy nhiên điểm trung tính không phải là điểm cố định. Điện áp của điểm trung tính có thể thay đổi từ 0 đến gần điện áp DC của nguồn. Trong khi điều chế PWM, tín hiệu PWM chồng chất lên điện áp trung tính, gây ra nhiễu rất lớn trên tín hiệu cảm biến. Để lấy tín hiệu chuẩn ta cần mạch lọc nhiễu cho cảm biến, điều này gây trì hoãn không cần thiết cho tín hiệu cảm biến.



Đặc biệt là lúc động cơ khởi động tín hiệu nhận được rất nhỏ dẫn đến điều khiển không chính xác. Do vậy phương pháp này chỉ áp dụng trong phạm vi tốc độ hạn chế và có đặc tính khởi động nhỏ.



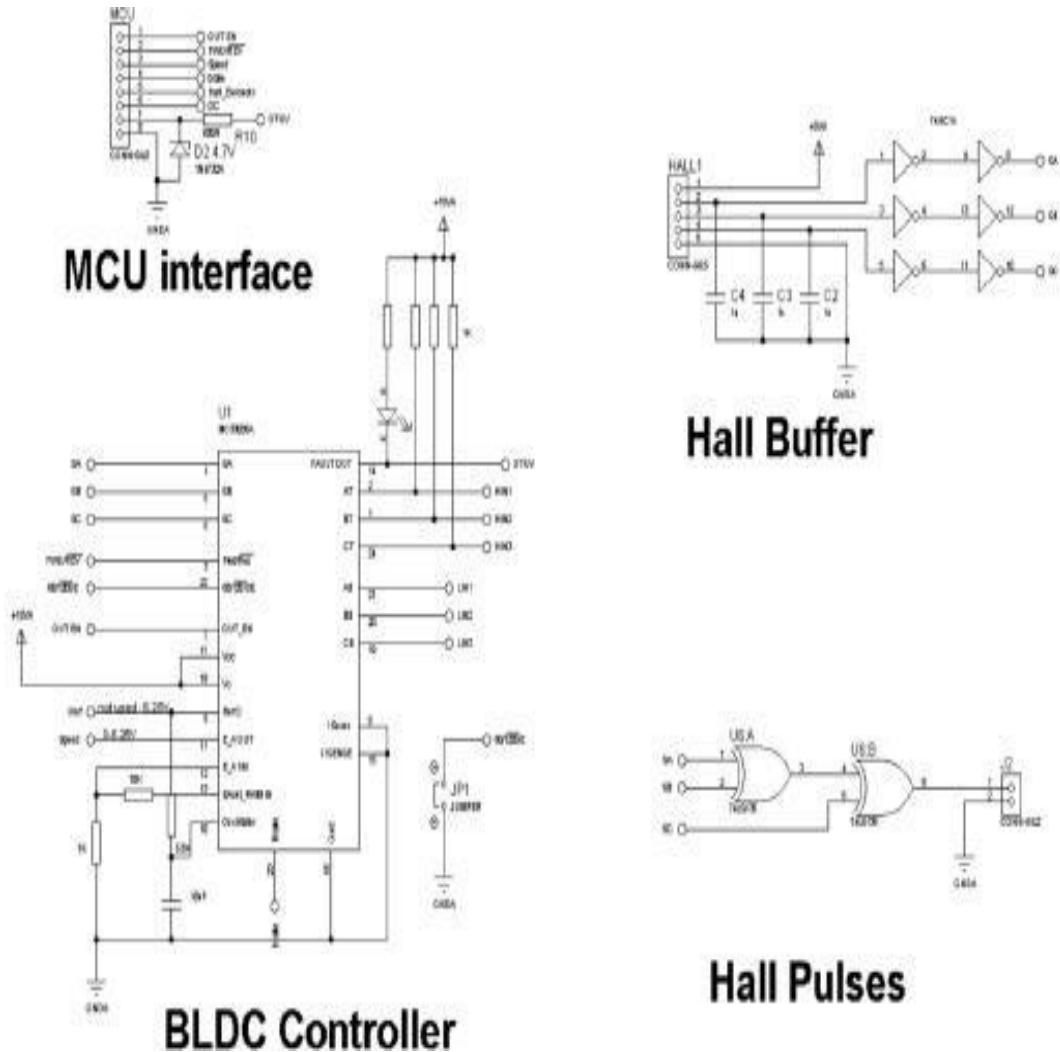
**Hình 2.33:** Đo điện áp cảm ứng bằng điểm trung tính.

(a): điểm trung tính thật

(b): điểm trung tính ảo.

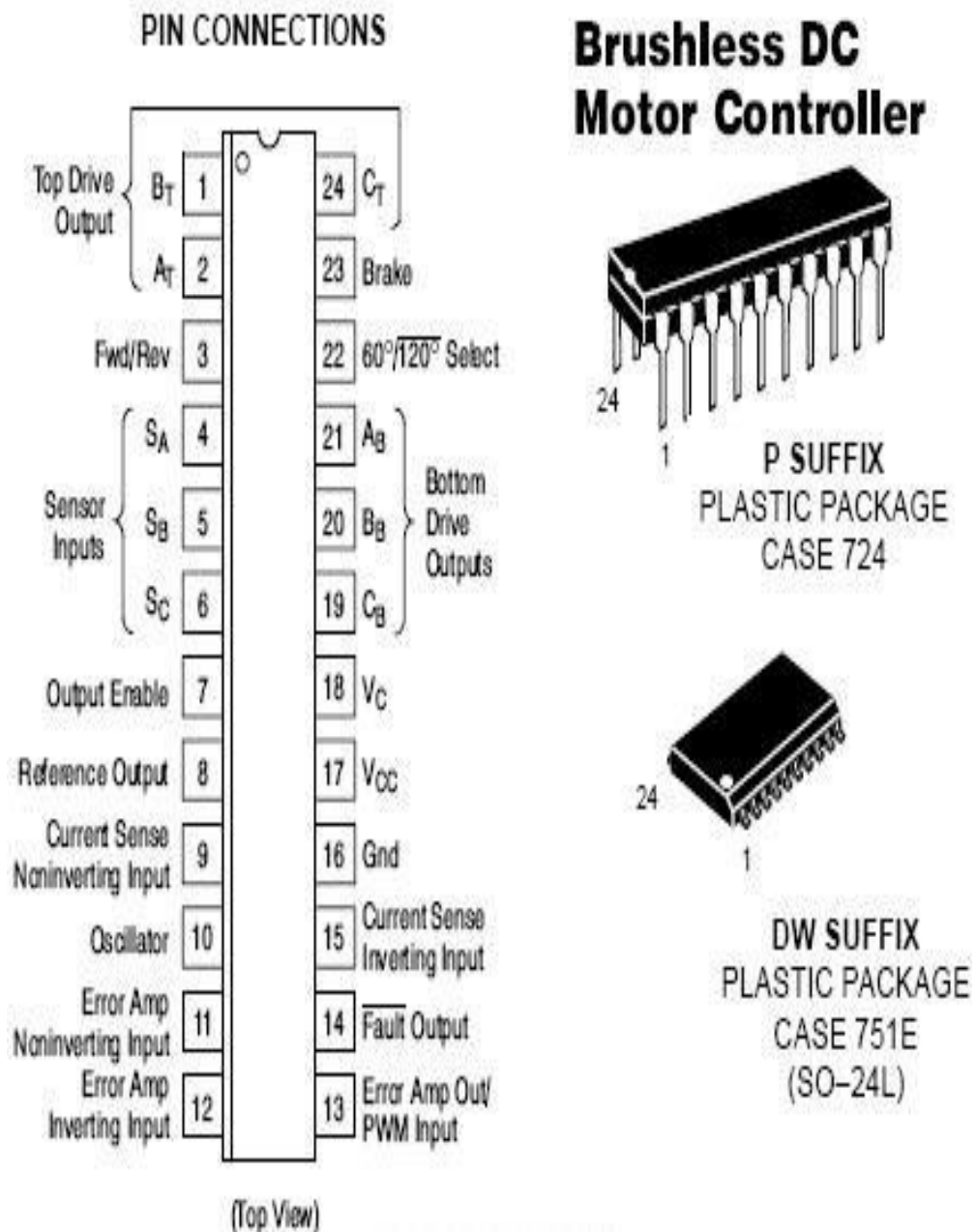
### 2.2.6. Hệ thống điều khiển.

Hình 2.27 là sơ đồ nguyên lý phân điều khiển BLDC. Vị trí rotor của BLDC được đọc thông qua 3 cảm biến Hall. Tín hiệu này được lọc nhiễu và đệm, sau đó đưa vào BLDC controller và mạch Hall pulses. Phần BLDC controller dựa vào tín hiệu từ vi điều khiển và tín hiệu từ cảm biến Hall rồi đưa ra tín hiệu phù hợp đến Mosfet driver để điều khiển động cơ. Mạch Hall pulses gồm 2 cổng X-OR có chức năng giống như một encoder, tạo xung tương ứng khi động cơ quay.



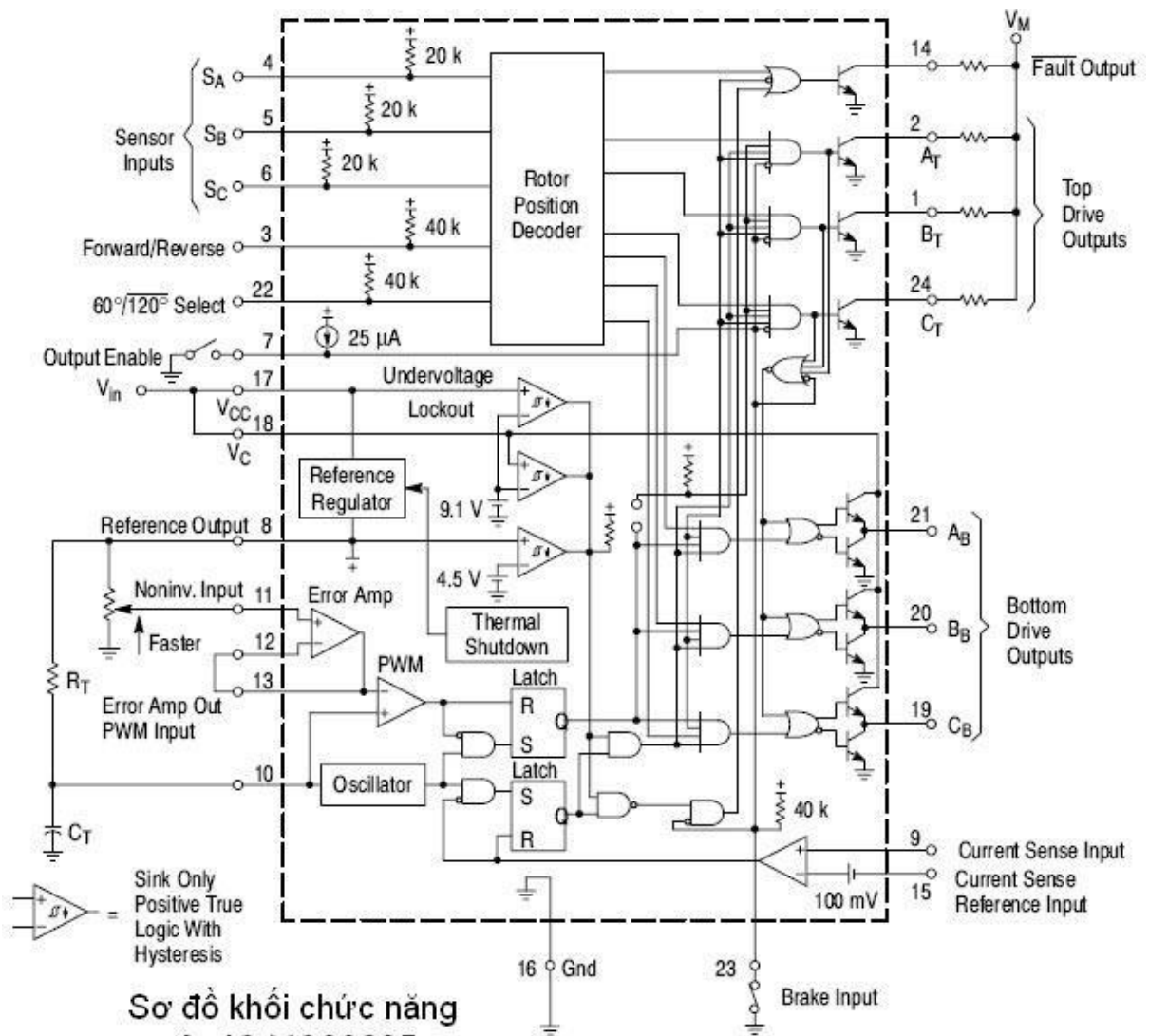
**Hình 2.34:** Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển BLDC.

Hình 2.28 cấu tạo của IC MC33035: IC có 24 chân, dòng điện 3 pha ra trên chân 19,20,21 và tín hiệu ba pha đưa vào trên các chân 4,5,6. Các cổng ra khác là chân 24,1,2. Cảm biến dòng đưa vào chân 9 và 15. Mạch dao động nội định tần theo điện trở RT trên chân 8,10 và tụ điện CT trên chân 10 và masse. Chân 8 là cổng ra của mức điện áp chuẩn. Chân 3 nhận tín hiệu đảo chiều quay. Chân 22 chọn góc pha của các tín hiệu cổng ra. Chân 7 kiểm soát dòng cổng ra. IC làm việc với chân 16 nối mass và nguồn Vcc vào chân 18 ( và cả trên chân 17). Chân 23 nhận tín hiệu tạo tác dụng phanh.



**Hình 2.35:** Cấu tạo IC MC33035.

Sơ đồ khối bên trong MC33035 được trình bày trong hình 2.29. Tín hiệu điều khiển và tín hiệu hồi tiếp từ các cảm biến Hall được đưa vào khối Rotor position decoder. Khối này giải mã tín hiệu từ ba cảm biến Hall và đưa ra xung điều khiển tương ứng như trong hình 2.30. MC33035 điều khiển tốc độ động cơ bằng cách điều rộng xung 3 khóa tầng dưới.



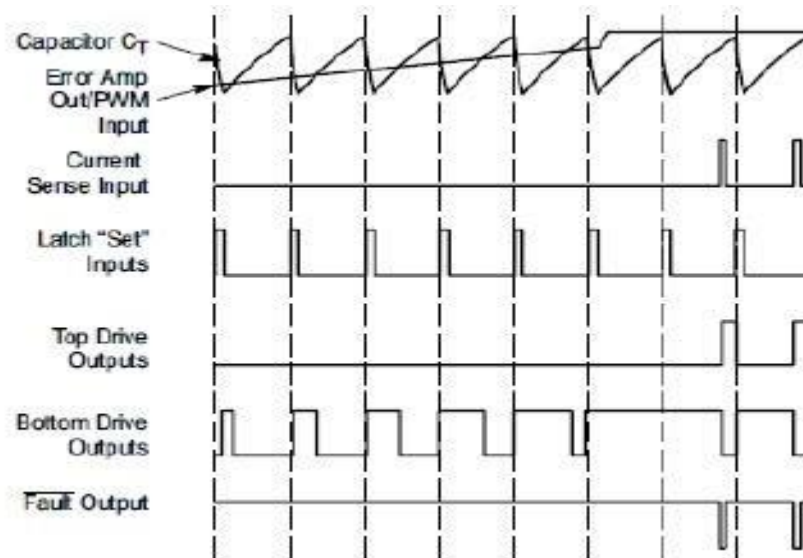
Sơ đồ khối chức năng của IC MC33035

Hình 2.36 Sơ đồ khối chức năng của IC MC33035.

Inputs (Note 2)										Outputs (Note 3)						
Sensor Electrical Phasing (Note 4)						F/R	Enable	Brake	Current Sense	Top Drives			Bottom Drives			Fault
SA	SB	SC	SA	SB	SC					AT	BT	CT	AB	BB	CB	
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	X	X	0	X	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	X	X	0	X	1	1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	X	X	1	X	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	X	X	1	X	1	1	1	1	1	1	0
V	V	V	V	V	V	X	1	1	X	1	1	1	1	1	1	1
V	V	V	V	V	V	X	0	1	X	1	1	1	1	1	1	0
V	V	V	V	V	V	X	0	0	X	1	1	1	0	0	0	0

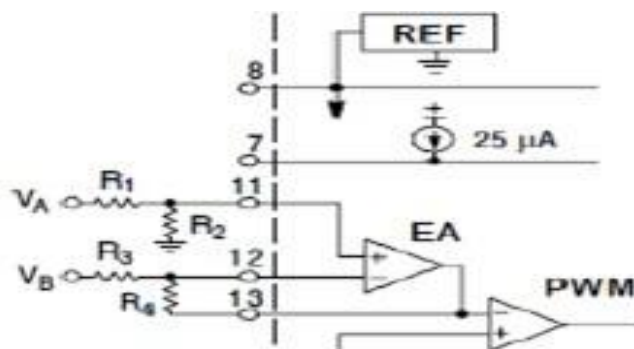
Hình 2.37: Giá trị công ra của MC33035.

Trên hình 2.31 là hình ảnh độ rộng xung của IC33035.



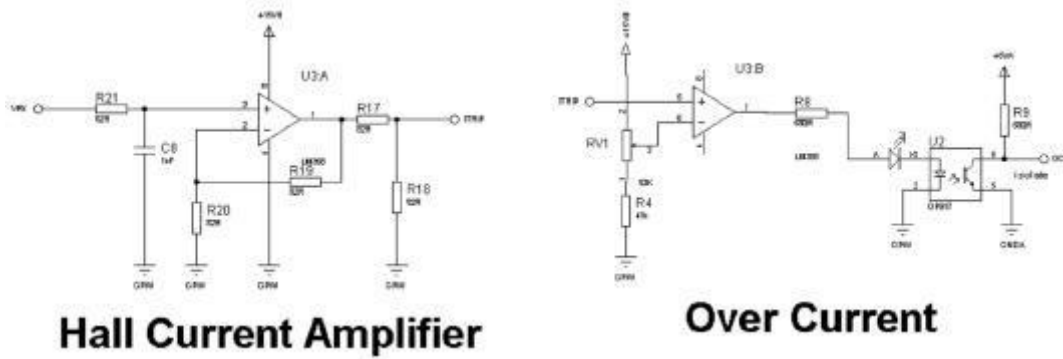
**Hình 2.38:** Độ rộng xung của MC33035.

Độ rộng xung có được do bộ so sánh điện áp giữa chân số 10-chân dao động dạng tam giác do dao động trên  $R_T$  và  $C_T$  và chân số 13-PWM input. Hình 2.31 cho thấy MC33035 so sánh hai tín hiệu analog. Trong khi giao tiếp từ vi xử lý tới MC33035 là PWM. Do đó mô hình điều khiển tốc độ động cơ bằng cách nâng tín hiệu PWM lên tín hiệu áp cao, và đưa vào chân số 13. Như trong hình 2.32 với  $V_A$  là nhận tín hiệu PWM từ vi xử lý,  $V_B=0$ .



**Hình 2.39:** Điều khiển PWM theo 2 cổng vào.

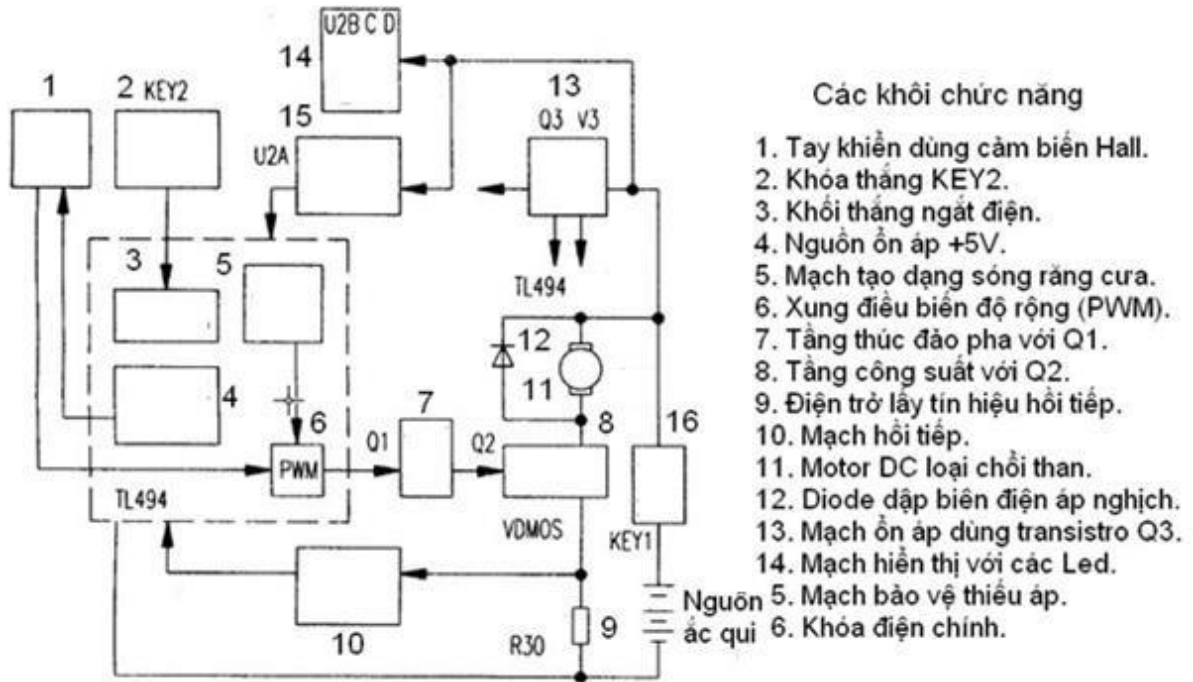
Trong mạch điều khiển động cơ này còn có phần báo quá dòng điện, nhằm bảo vệ FET trong trường hợp quá dòng. Sơ đồ nguyên lý hình 2.33.



**Hình 2.40:** Mạch bảo vệ quá dòng cho MOSFET.

Mạch đơn giản chỉ gồm khuếch đại điện áp trên điện trở  $R_s$ , điện trở đo dòng qua MOSFET. Điện áp tại điểm ITRIP (sau khi được khuếch đại) này mang thông tin dòng điện qua MOSFET, được so sánh với điện áp tham chiếu bởi op amp LM358. Giá trị tham chiếu này được thiết lập sao cho khi động cơ làm việc bình thường thì nó lớn hơn giá trị áp trên điểm ITRIP. Một khi quá dòng xảy ra điểm ITRIP này sẽ tác động làm BLDC controller ngắt tín hiệu công ra. Tín hiệu quá dòng này cũng được báo về cho vi xử lý biết qua opto cách ly Pc917.

**2.2.1. Sơ đồ khối mạch xe đạp điện.**



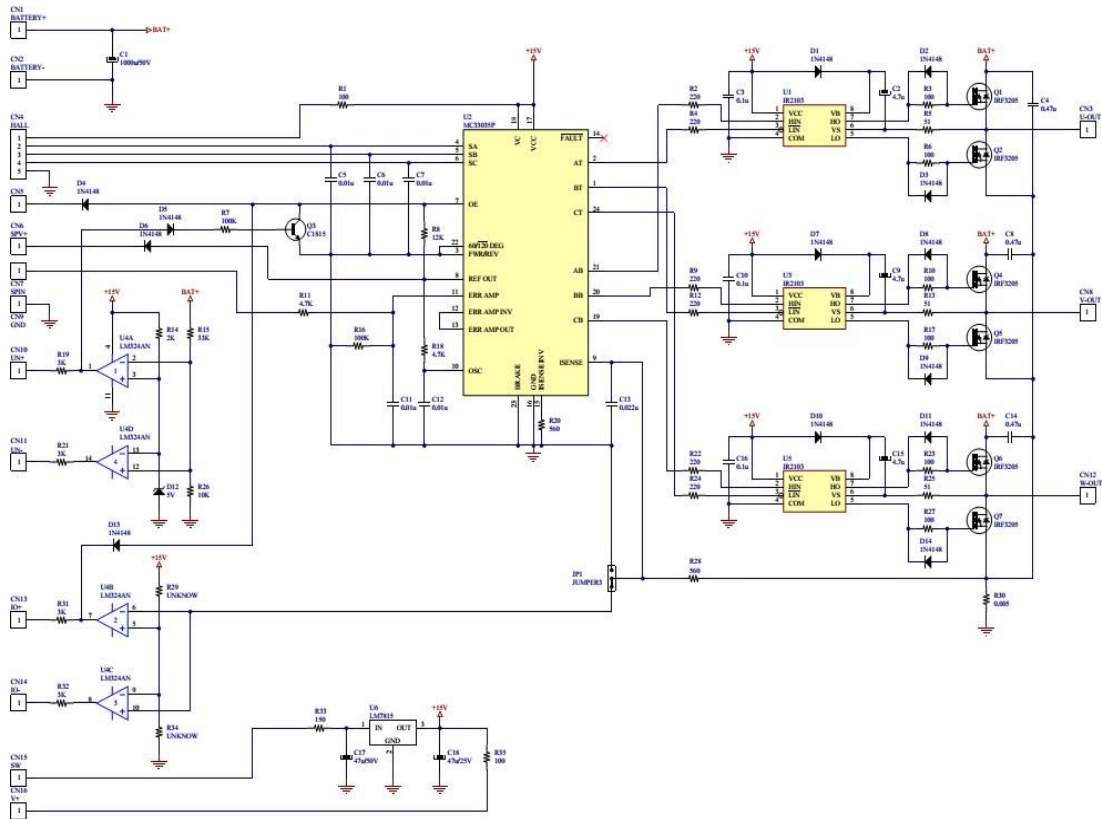
**Hình 2.41:** Sơ đồ khối mạch xe đạp điện.

Hệ thống điều khiển xe với tay khiển (quen gọi là tay ga, làm tăng giảm tốc) dùng linh kiện bán dẫn làm việc theo hiệu ứng Hall (1), đây là một dạng linh kiện cảm ứng theo từ trường. Và khóa điện có tác dụng làm thắng xe (2). Xe hoạt động với nguồn ắc-quy thường là 36V (12V x 3), người ta dùng mạch ổn áp với các transistor và các diode Zener (13) để có các mức áp ổn định dùng cấp cho các mạch điện khác, còn dùng mạch đo mức áp nguồn (14) cho hiển thị bằng Led và cũng dùng mạch báo hết nguồn (15), và nhiều mạch chỉ báo khác.

Trong mạch, dùng một IC điều chỉnh công suất theo dạng xung điều biến độ rộng TL494. Trong IC có mạch tạo ra dạng sóng tam giác (5) (hay dạng răng cưa) và mạch lấy mẫu để chuyển tín hiệu ra dạng xung điều biến độ rộng PWM (6). Có mạch tạo ra mức áp ổn định 5V dùng làm mức áp mẫu (4) cấp cho các tầng so áp. Mạch cắt nguồn khi phanh xe (3). Xe đạp cần một nguồn quay bằng điện, người ta dùng motor DC hay dùng motor cảm ứng từ (11), ngang motor phải dùng diode (12) dập điện áp nghịch phát ra từ các cuộn cảm trong motor.

Tầng công suất (8) thường là các transistor MOSFET loại công suất, nó đóng mở theo xung điều biến độ rộng (PWM) trên cực Cổng, tín hiệu này qua tầng khuếch đại thúc (7) với các transistor loại hai mối nối, xung PWM kích thích vào cực Cổng (Gate) của các transistor MOSFET. Trên cực Nguồn (Source) người ta đặt một điện trở nhỏ Ohm (9) để lấy tín hiệu cấp cho mạch tạo tác động hồi tiếp nghịch (10). Tác dụng hồi tiếp nghịch dùng để ổn định hoạt động của mạch điều khiển trong IC494, qua mạch hồi tiếp người ta có thể ổn định lực quay của động cơ.

## 2.2.2. Mạch điều khiển tốc độ động cơ xe đạp điện.



Hình 2.42: Mạch điều khiển xe đạp điện sử dụng IC MC 33035.

Đối với điều khiển động cơ BLDC điều khiển bằng việc đưa tín hiệu vào cảm biến vị trí roto của hall đặt trong động cơ. Mạch nguồn sử dụng LM7815 tạo nguồn 15V cấp nguồn hoạt động cho các khâu cho mạch điều khiển động cơ. Trong mạch ta sử dụng IC MC33035 để điều chỉnh tốc độ động cơ. MC33035 có nhiệm vụ tạo nguồn tín hiệu điều chỉnh độ rộng xung PWM. Các chân 2, 1, 24, 21, 20, 19 là các đầu ra của MC33035 đưa vào 3 IC IR2103 để điều khiển đóng cắt 6 MOSFET IRF3205 đưa vào 3 pha của động cơ. Các chân 4, 5, 6 là 3 chân được đưa vào từ IC hall tác động để điều khiển MC33035.



### 2.3. NGUỒN ẮC QUY.

Ắc quy là nguồn điện thứ cấp không thể thiếu trong ngành công nghiệp cũng như trong đời sống hằng ngày mặc dù bây giờ nguồn điện xoay chiều được cung cấp rất ổn định. Trong các nhà máy điện về trạm biến áp nguồn thao tác làm nhiệm vụ cung cấp điện cho các thiết bị: bảo vệ role, tự động hóa, điều khiển, tín hiệu, ánh sáng sự cố, các cơ cấu tự động quan trọng... Do đó, nguồn thao tác cần có độ tin cậy cao, công suất của chúng phải đủ lớn và điện áp trên thanh góp cần có sự ổn định lớn. Muốn vậy, các nguồn và lưới điện phân phối dòng thao tác cần có độ dự trữ lớn.

Nguồn thao tác có thể là một chiều hoặc xoay chiều. Xong để có độ tin cậy cung cấp điện và cấu tạo của các thiết bị thứ cấp gọn nhẹ, đơn giản trong các nhà máy và trạm biến áp lớn người ta thường dùng nguồn thao tác 1 chiều mặc dù giá thành của chúng rất đắt và vận hành khá phức tạp.Ắc quy là nguồn thao tác 1 chiều sử dụng rộng rãi trong các nhà máy điện, trạm biến áp và các ứng dụng khác. Ắc quy là nguồn thao tác tin cậy vì sự làm việc của chúng không phụ thuộc vào các điều kiện bên ngoài và đảm bảo cho các thiết bị điện thứ cấp làm việc tốt ngay cả mất điện trong lưới điện chính của nhà máy và trạm biến áp.

Bình ắc quy tích trữ năng lượng cho hệ thống điện, được sử dụng làm nguồn cung cấp cho mạch điện. Khi đóng điện thông mạch, ắc quy sẽ phóng ra dòng điện 1 chiều qua mạch điện và các thiết bị nối với các cực của nó.

Dòng điện bình ắc quy tạo ra do phản ứng hóa học hoặc giữa những vật liệu trên bản cực và axit sulphuric trong bình hay còn gọi là chất điện giải.

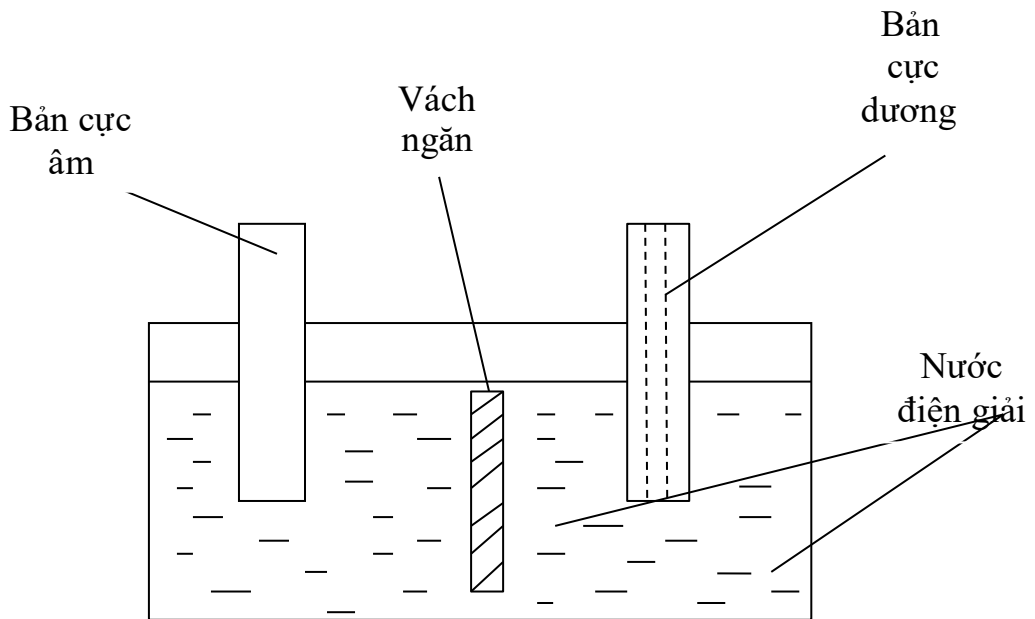
Sau 1 thời gian sử dụng năng lượng dự trữ trong ắc quy sẽ cạn kiệt dần. Tuy nhiên năng lượng đó có thể được sạc lại bằng cách cho 1 dòng điện bên ngoài đi theo chiều ngược lại với chiều phát điện của bình.

### 2.3.1. Cấu tạo chung của một bình ắc quy

Bình ắc quy được làm từ một số tế bào (cell) đặt trong vỏ bọc bằng cao su cứng hay nhựa cứng. Những đơn vị cơ bản của mỗi tế bào là những bản cực dương và bản cực âm.

Những bản cực này có những vật liệu hoạt hóa nằm trong các tấm lưới phẳng. Bản cực dương sau khi sạc là peroxit chì ( $PbO_2$ ) có màu nâu.

Một nhóm bản cực được hàn lại với nhau vào một đai một cách nối tiếp.



**Hình 2.43:** Cấu trúc chung của một tế bào ắc quy.

Các bản cực âm và dương xen kẽ, nhóm bản cực âm thường nhiều hơn bản cực dương 1 bản khiến cho bản cực âm nằm bên ngoài nhóm bản cực, các bản cực được xếp ngăn cách với nhau bằng những tấm ngăn xếp. Những tấm ngăn xếp cho phép chất điện giải đi nhanh qua các bản cực. Một bộ những sắp xếp như vậy gọi là một phần tử (element).

Sau khi sắp xếp 1 bộ phận như trên nó được đặt vào 1 ngăn trong vỏ bình ắc quy. Ở bình ắc quy có nắp đậy mềm, các lắp tế bào được đặt lên. Sau đó những phiến nối được hàn vào để nối các cực liên tiếp của tế bào. Trong cách nối này các tế bào được nối liên tiếp. Cuối cùng nắp đậy bình ắc quy được hàn vào.

Bình ắc quy có nắp đậy chung làm giảm được sự ăn mòn trên vỏ bình. Những bình ắc quy có bản cực nổi đi xuyên qua tấm ngăn cách từng tế bào. Điều này làm cho ắc quy vận hành tốt hơn bởi vì bản nổi ngăn và nắp đậy kín.

Đầu nổi chính của ắc quy là cực âm và cực dương. Cực dương lớn hơn cực âm để tránh nhầm lẫn điện cực.

Nắp thông hơi được đặt trên nắp mỗi tế bào. Những nắp này có 2 mục đích:

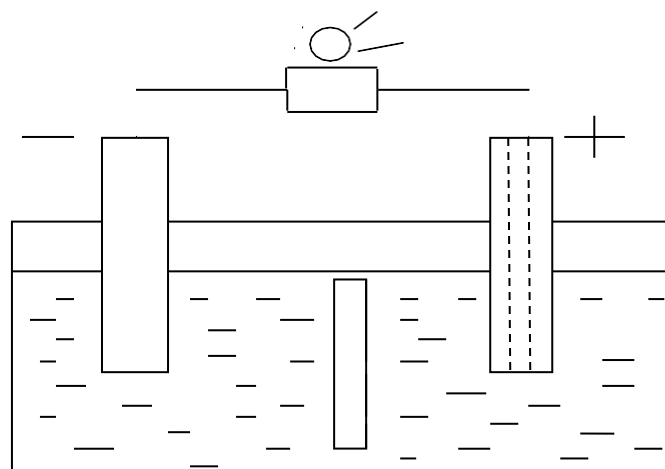
- Để đậy kín tế bào ắc quy, khi cần kiểm tra hay thêm nước người ta sẽ mở nắp đậy này.

- Khi sạc bình người ta cũng mở nắp đậy này để chất khí có thể thoát ra. Mỗi tế bào ắc quy có điện thế 2V, ắc quy 6V có ba tế bào mắc nối tiếp, ắc quy 12V có sáu tế bào mắc nối tiếp... Vì vậy muốn có điện thế cao hơn người ta mắc nối tiếp các tế bào với nhau.

### 2.3.2. Chu trình phóng điện của ắc quy.

Khi bình ắc quy được nối ra để tạo ra 1 mạch điện khép kín, dòng điện đi từ bình ắc quy ra, chu trình phóng điện bắt đầu. Dòng điện được tạo ra do phản ứng hóa học như sau:

Oxy trong bản cực dương kết hợp với hidro trong axit để tạo thành nước, Pb ở bản cực dương kết hợp với gốc sunfat chì.



**Hình 2.44:** Cách thức bình ắc quy tạo ra dòng điện.

Khi quá trình phóng điện tiếp diễn dung dịch loãng dần cùng với sự tích tụ sunfat chì ở bản cực đến 1 lúc nào đó phản ứng hóa học chấm dứt và ắc quy không tạo ra điện nữa ta nói nó đã hết điện. Muốn sử dụng lại ta cần phải sạc ắc quy bằng 1 nguồn điện ngoài với cường độ thích hợp.

Khi làm việc bình ắc quy đóng vai trò như một máy phát điện. Điều này xảy ra như sau:

- Bình ắc quy cung cấp điện cho hệ thống điện và trở nên phát điện.
- Máy phát điện cung cấp dòng điện ngược lại cho bình ắc quy, nói cách khác là sạc ắc quy.
- Mạch điều hòa điện thế, giới hạn điện thế sạc trong 1 phạm vi an toàn để ắc quy không bị sạc ở mức độ quá lớn.

Những phản ứng hóa học xảy ra trong chu kỳ sạc ngược lại với phản ứng trong chu kỳ xả điện.

Sunfat chì ở hai bản cực tách thành Pb và  $\text{SO}_4$  còn nước tách thành hidro để tạo ra  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cùng lúc này oxi kết hợp với chì ở bản cực dương để tạo ra  $\text{PbO}_2$ .

Chúng ta ghi nhận rằng nước là yếu tố vô cùng quan trọng trong phản ứng hóa học của bình ắc quy. Nước tinh khiết dùng để châm bình là một vấn đề tranh cãi còn dùng nước cất để châm bình là tốt nhất. Nước có tạp chất sẽ làm giảm tuổi thọ và cản trở sự vận hành của ắc quy.

### **2.3.3. Các loại bình ắc quy.**

Có hai loại bình ắc quy là loại khô và loại ướt.

#### **2.3.3.1. Bình ắc quy loại khô.**

Bình ắc quy có đầy đủ mọi phần tử được sạc đầy nhưng không có chứa dung dịch điện giải cho đến khi đem ra sử dụng. Như thế nó rời khỏi nhà máy trong tình trạng khô. Một khi được kích hoạt đem ra sử dụng nó cũng giống ắc quy ướt khác.

Ở nhà máy ắc quy được sạc như sau: dòng điện một chiều được chỉ định qua các bản cực, khi những bản cực này được nhúng trong dung dịch điện giải là  $H_2SO_4$  yếu. Các bản cực sau khi được sạc được lấy khỏi dung dịch điện giải, rửa trong nước và sấy khô hoàn toàn. Sau đó được lắp vào bình ắc quy.

Bình ắc quy khô duy trì tình trạng sạc điện của nó nếu không khí ẩm không xâm nhập vào trong các tế bào của bình. Nếu đem ra để nơi thoáng mát khô ráo loại bình ắc quy này vẫn có thể sử dụng tốt.

Ắc quy khô được kích hoạt bằng cách châm nước điện giải vào bình trong điều kiện thường. Việc kích hoạt được làm như sau:

- Đổ nước điện giải vào tới mức quy định.
- Đo trọng lượng riêng nước điện giải.
- Để yên vài phút kiểm tra lại mức chất lỏng trong từng ngăn. Nếu cần châm thêm nước điện giải.
- Kiểm tra lại điện thế hở mạch của ắc quy. Nếu điện thế ắc quy là 12V hay hơn, có thể sử dụng. Nếu điện thế từ 10V đến 12V sạc lại bình ắc quy. Nếu điện thế không tới 10V thì coi như bình gặp vấn đề.
- Kiểm tra sau cùng là đo trọng lượng riêng nước điện giải. Nếu chỉ số đọc được hạ xuống 0.03 so với lần đo trước đó cần sạc lại bình ắc quy.
- Sạc một bình mới từ từ để đảm bảo ắc quy đầy đủ điện.
- Sau khi bình ắc quy được đưa vào hoạt động ta chỉ cần thêm nước cất, không được thêm axit.
- Sau khi đưa vào sử dụng bảo trì theo chế độ bảo dưỡng bình thường.

Những bình ắc quy khô thường được cất giữ ở nơi mát và độ ẩm thấp. Đảm bảo nhiệt độ từ  $16^0$  đến  $32^0$ . Trong những điều kiện như vậy ắc quy có thể giữ nhiều năm mà vẫn còn điện. Trong những điều kiện không tốt ắc quy mất điện trong vài tuần. Thuận lợi của bình ắc quy khô là không bị sulfat hóa và hao mòn trong khi tồn trữ như bình ắc quy ướt.

### 2.3.3.2. Bình ắc quy ướt.

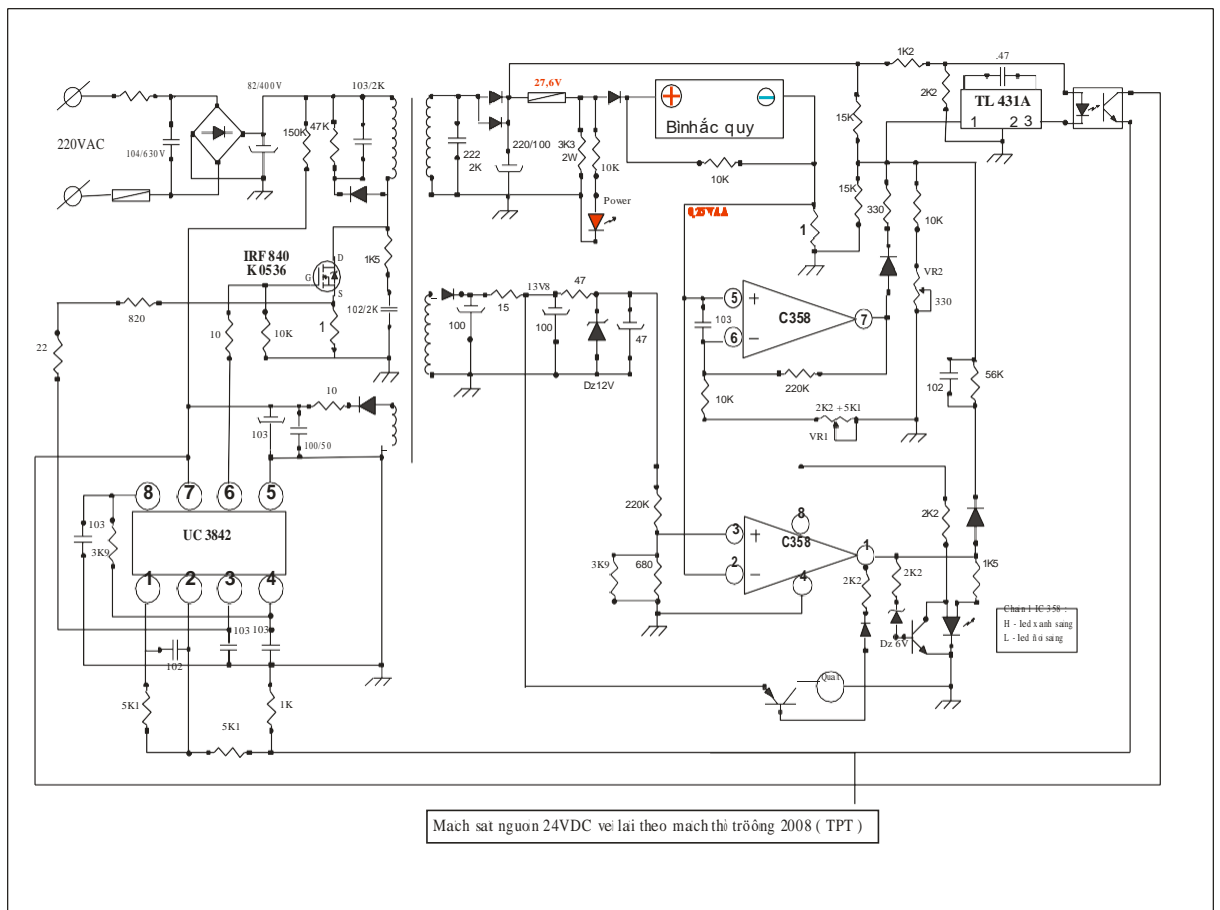
Ắc quy ướt có các phân tử được sạc và đổ đầy axit tại xương. Ắc quy ướt không giữ được điện trong thời gian tồn trữ và phải được sạc lại định kỳ.

Trong thời gian tồn trữ mặc dù ắc quy không sử dụng phản ứng hóa học vẫn xảy ra nhưng chậm và làm cho ắc quy mất điện dần. Đây là hiện tượng tự xả điện.

Mức độ tự xả điện diễn ra khác nhau tùy thuộc vào nhiệt độ nước điện giải. Một ắc quy sạc đầy đủ cất giữ trong phòng nhiệt độ  $38^{\circ}\text{C}$  sẽ hoàn toàn mất điện trong 90 ngày, nếu ở nhiệt độ  $16^{\circ}\text{C}$  thì nó chỉ mất một ít điện.

### 2.4. MẠCH SẠC ẮC QUY XE ĐIỆN SỬ DỤNG IC UC3842.

Trên hình 2.38 là hình ảnh mạch sạc ắc quy xe điện sử dụng IC UC3842

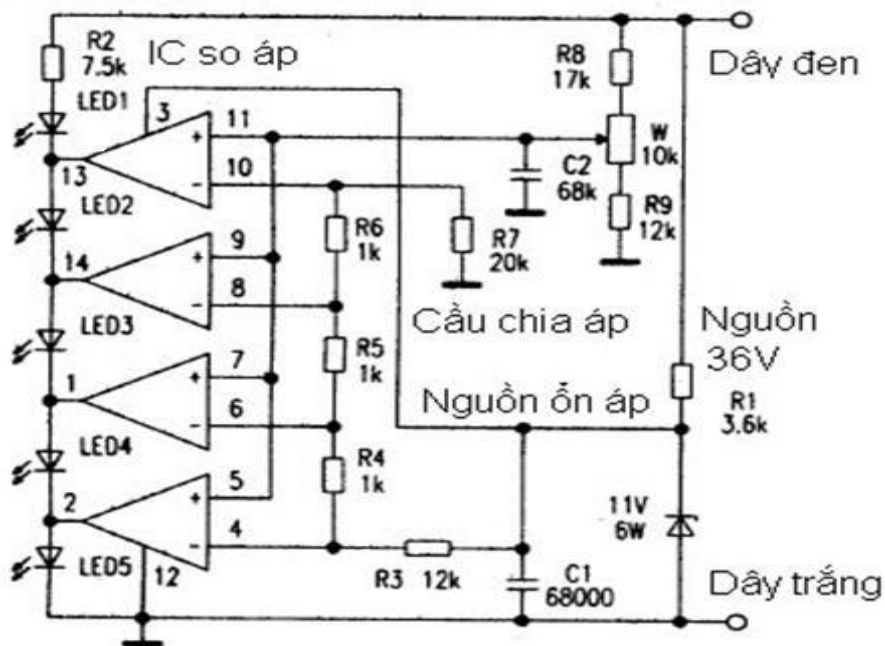


Hình 2.45: Mạch sạc ắc quy xe điện sử dụng IC UC3842.

IC UC3842 có 8 chân và nhiệm vụ của các chân như sau:

- Chân 1 (COMP): đây là chân nhận điện áp so sánh, điện áp chân số 1 tỉ lệ thuận với điện áp ra, thông thường trong mạch nguồn, chân 1 không nhận áp hồi tiếp mà chỉ đấu qua một R sang chân số 2.
- Chân 2 ( $V_{FB}$ ): đây là chân nhận điện áp hồi tiếp, có thể hồi tiếp so quang hoặc hồi tiếp trực tiếp từ cuộn hồi tiếp sau khi đi qua cầu phân áp, điện áp hồi tiếp về chân 2 tỷ lệ nghịch với điện áp ra, nếu 1 lý do nào đó làm điện áp đưa về chân 2 tăng lên thì điện áp ra sẽ giảm thấp hoặc bị ngắt.
- Chân 3 (Current sense): chân cảm biến dòng, chân này theo dõi điện áp ở chân S của đèn mosfet, nếu dòng qua mosfet tăng => điện áp chân S sẽ tăng => điện áp chân 3 sẽ tăng, nếu áp chân 3 tăng đến ngưỡng 0,6V thì dao động sẽ bị ngắt, điện trở chân S xuống mass giảm khoảng 0,22ohm, nếu điện trở này tăng trị số hoặc bị thay đổi trị số lớn hơn thì khi chạy có tải là nguồn bị ngắt.
- Chân 4 (Rt/Ct): chân nối với R-C tạo dao động, tần số dao động phụ thuộc vào trị số R-C ở chân 4 để đồng pha giữa tần số dòng với tần số dao động nguồn, điều đó đảm bảo khi dòng hoạt động tiêu thụ nguồn thì Mosfet nguồn cũng sẽ mở để kịp thời cung cấp, điều đó làm điện áp ra không bị sụt áp khi cao áp chạy.
- Chân 5 là Mass
- Chân 6: là chân dao động ra, dao động ra là dao động xung vuông có độ rộng có thể thay đổi để điều chỉnh thời gian ngắt mở của Mosfet thay đổi thì điện áp ra thay đổi.
- Chân 7 là chân Vcc, điện áp cung cấp cho chân 7 từ 12V đến 14V, nếu điện áp giảm dưới 12V thì dao động có thể bị ngắt, điện áp chân 7 được cấp qua trở mỗi, khi nguồn chạy điện áp này được bổ xung từ cuộn hồi tiếp sau khi chúng được chỉnh lưu và lọc.

- Chân 8 (Vref): đây là chân từ IC đưa ra điện áp chuẩn 5V, điện áp này thường dùng cung cấp cho chân dao động số 4, người ta thường thiết kế mạch bảo vệ bám vào chân 8 để khi nguồn có sự cố sẽ làm mất nguồn chân 8 => mạch ngắt dao động.
- Mạch hiển thị chỉ mức áp nguồn của ắc quy.



**Hình 2.46:** Mạch hiển thị mức áp nguồn ắc quy.

- Đây là các tầng so áp, ta có thể dùng các tầng khuếch đại toán thuật (Op-Amp) để làm các tầng so áp, ngả ra đặt các Led hiển thị mức áp ngả vào. Người ta dùng mạch này để hiển thị chỉ mức áp của nguồn pin ắc quy.
- Trong mạch: R1 (3.6K) và diode Zener 11V dùng tạo ra mức áp chuẩn, qua các điện trở chia áp R3 (12K), R4 (1K), R5 (1K), R6 (1K), R7 (20K) tạo ra các mức áp ngưỡng cấp áp mẫu cho các tầng so áp. Tín hiệu lấy trên dây đen qua mạch chỉnh áp với R8 (17K), chiết áp W (10K) và R9 (12K), điện áp này cùng lúc đưa vào các tầng so áp. Chúng ta biết, khi điện áp vào một tầng so áp, nếu mức áp này cao hơn mức áp ngưỡng thì Led ở ngả ra sẽ được cấp dòng và phát sáng. Với các Led mắc nối tiếp, chúng ta có mạch hiển thị mức áp với các Led sáng dần lên. C1 là tụ lọc nhiễu tần cao trên mạch cấp áp chuẩn.



## CHƯƠNG 3

### GIỚI THIỆU MỘT SỐ MẪU XE ĐIỆN TRÊN THỊ TRƯỜNG

### THIẾT KẾ MẠCH HĂM TỐC VÀ THU HỒI NĂNG LƯỢNG

#### 3.1. GIỚI THIỆU MỘT SỐ MẪU XE ĐIỆN TRÊN THỊ TRƯỜNG

Hiện nay trên thị trường Việt Nam xuất hiện rất nhiều các hãng xe đạp điện nổi tiếng trong và ngoài nước với mẫu mã đẹp như: Honda, Yamaha, Gaint, Brigestone, Hkbike, Asama...

Xe ngoài nước thường thì đa dạng về màu sắc, mẫu mã đẹp bắt mắt thu hút người tiêu dùng, tuy nhiên các chế độ bảo hành bảo trì sau mua hàng kém. Xe trong nước thường đơn điệu về mẫu mã, màu sắc, nhưng chế độ bảo hành bảo trì sau mua hàng được phục vụ tận tình. Để chọn được 1 chiếc xe đạp điện phù hợp với túi tiền và sở thích của mỗi người cũng không khó. Tuy nhiên để sử dụng được hiệu quả, độ bền và thuận tiện lại là những vấn đề người tiêu dùng quan tâm.

Ngoài kiểu dáng, màu sắc ưa thích, thì các thông số kỹ thuật vô cùng quan trọng để có thể lựa chọn xe phù hợp với mình vì các thông số sau đây còn liên quan đến tốc độ, khả năng mang tải, quãng đường đi được.

- Loại động cơ: động cơ 1 pha, 3pha
- Công suất động cơ: liên quan đến khả năng mang tải, động cơ công suất càng cao thì khả năng mang tải càng lớn lượng điện tiêu thụ cũng tăng theo 250W, 350W, 380W, 500W ...
- Điện áp cấp cho động cơ: thông thường thì sử dụng các cấp điện áp 24V, 36V, 48V, điện áp càng lớn thì số bình ac quy phải sử dụng cũng tăng theo.
- Điện áp và dung lượng của mỗi bình: 12V/7ah, 12V/10ah, 12V/12ah....  
Dung lượng của bình ac quy sẽ tính được quãng đường đi được mỗi lần sạc đầy điện và thời gian sạc là bao lâu. Tùy theo từng nhà sản xuất và kết cấu

của xe người ta sẽ lựa chọn bình acquy cho phù hợp.

### 3.1.1. Thông số kỹ thuật của xe đạp điện hãng Yamaha.



**Hình 3.1:** Xe đạp điện Yamaha ICATS H1.

**Bảng 3.1:** Thông số kỹ thuật của xe Yamaha ICATS H1.

<b>Ngoại hình</b>	
Chiều dài x chiều rộng x chiều cao	1539mm x 35mm x 1015mm
Chiều cao yên xe	750mm
Đường kính bánh xe	Bánh trước: 455mm, Bánh sau: 455mm
<b>Tính năng</b>	
Cách thức thao tác	Tự động
Quãng đường đi được khi pin đầy	50km
Vận tốc tối đa	20km/h-30km/h
<b>Phụ kiện xe</b>	
Ắc quy	48V-15Ah
Sạc điện	Tự động ngắt khi ắc quy đầy
Thời gian sạc	6-8 giờ
Điện áp	220v-50Hz
Động cơ xe	Động cơ 3 pha, Công suất 240W
Điện áp động cơ	48V
<b>Chú thích</b>	
Trọng lượng xe	48kg
Khả năng chở vật nặng	100kg
Bảo vệ sụt áp	41V +/- 1.0V
Bảo vệ quá dòng	14A +/- 2.0A

### 3.1.2. Thông số kỹ thuật của xe đạp điện hãng Bridgestone.



**Hình 3.11:** Xe đạp điện Bridgestone MLI.

**Bảng 3.2:** Thông số kỹ thuật của xe Bridgestone MLI.

<b>Ngoại hình</b>	
Chiều dài x Chiều rộng x Chiều cao	1820mm x 770mm x 1046mm
Chiều cao yên xe	745~900mm
Đường kính bánh xe	Bánh trước: 22" x 1.95", Bánh sau: 24" x 1.95"
<b>Tính năng</b>	
Vận hành	Đạp trợ lực
Cách thức thao tác	Tự động
Quãng đường đi được khi pin đầy	60km
Vận tốc tối đa	30km/h
<b>Phụ kiện xe</b>	
Ắc quy	Pin Lithium-ion
Sạc điện	Tự động ngắt khi ắc quy đầy
Thời gian sạc	3-4 giờ
Công suất	350W
Động cơ xe	Tron bóng, động cơ chổi than
Điện áp động cơ	36V
Điện áp	220V-50Hz
<b>Chú thích</b>	
Trọng lượng xe	29.2kg
Khả năng chở vật nặng	120kg
Bảo vệ sụt áp	41V
Bảo vệ quá dòng	16A

### 3.1.3. Thông số kỹ thuật của xe đạp điện hãng Honda.



**Hình 3.12:** Xe đạp điện Honda Hurricane.

**Bảng 3.3:** Thông số kỹ thuật của xe Honda Hurricane.

<b>Ngoại hình</b>	
Chiều dài× chiều rộng× Chiều cao	1616×720×1010 mm
Chiều cao yên xe	724 mm
Đường kính bánh xe	Bánh trước: 16” ×2.125, Bánh sau: 16” ×2.125
<b>Tính năng</b>	
Vận hành	Đạp trợ lực
Cách thức thao tác	Tự động
Quãng đường đi được khi pin đầy	55km
Vận tốc tối đa	25km/h – 35km/h
<b>Phụ kiện xe</b>	
Ắc quy	48V -12Ah – 14Ah
Sạc điện	Tự động ngắt khi ắc quy đầy
Thời gian sạc	6-8 giờ
Công suất	350W
Động cơ xe	Động cơ 3 pha
Điện áp động cơ	48V
Điện áp	220V-50Hz
<b>Chú thích</b>	
Trọng lượng xe	50kg
Khả năng chở vật nặng	100kg
Bảo vệ sụt áp	41V
Bảo vệ quá dòng	16A

### 3.1.4. Thông số kỹ thuật của xe đạp điện hãng Giant.



**Hình 3.13:** Xe đạp điện Giant 133M.

**Bảng 3.4:** Thông số kỹ thuật của xe Giant 133M.

<b>Ngoại hình</b>	
Chiều dài×Chiều rộng× Chiều cao	1588×605×1015 mm
Chiều cao yên xe	724 mm
Đường kính bánh xe	Bánh trước: 16” ×2.525, Bánh sau: 16” ×2.525
<b>Tính năng</b>	
Cách thức thao tác	Tự động
Quãng đường đi được khi pin đầy	55km
Vận tốc tối đa	25km/h – 35km/h
<b>Phụ kiện xe</b>	
Ắc quy	48V -15Ah
Sạc điện	Tự động ngắt khi ắc quy đầy
Thời gian sạc	6-8 giờ
Công suất	250W
Động cơ xe	Động cơ 3 pha
Điện áp động cơ	48V
Điện áp	220V-50Hz
<b>Chú thích</b>	
Trọng lượng xe	50kg
Khả năng chở vật nặng	100kg
Bảo vệ tụt áp	41V
Bảo vệ quá dòng	16A

### 3.1.5. Hình dáng – kết cấu xe đạp điện.

Thị trường hiện có hơn 14 loại xe đạp điện với gần 60 mẫu mã khác nhau, từ xe có gắn mô-tơ kéo đơn giản với bình điện cho đến những loại được thiết kế gọn như bình điện gắn trong thân xe, mô-tơ gắn dưới gầm xe cho đến loại hình dáng sang trọng nhái xe tay ga. Trong đó, xe Trung Quốc chiếm khoảng 10% thị trường, còn lại là sự cạnh tranh giữa các hãng sản xuất nội địa như xe đạp điện Hitasa, Yamaha, Miyata, Asama, Bridgestone, Songtian, Giant, Delta, Five Stars...

Thiết kế của một chiếc xe đạp điện Trung Quốc khá bắt mắt, xe khỏe và chắc chắn, phẳng phát dáng dấp của một chiếc xe máy. Xe có hai giảm xóc trước và sau. Riêng giảm xóc sau được thiết kế bằng một giảm xóc cối rất khỏe hoặc bằng hai phuộc nhún hai bên, khi vận chuyển xe đầm hơn, giảm được độ xóc khi đi vào đường xấu, phù hợp với địa hình Việt Nam.

Bánh xe được thiết kế theo kiểu bánh mập, vành bằng gang đúc cỡ 480 (vành nhỏ), loại vành nhỏ này thuận tiện hơn cho người già và phụ nữ sử dụng. Bình ắc quy được thiết kế bên trong, không lộ ra ngoài hay được lắp ngay dưới yên, rất thuận tiện khi sạc điện hay tháo ra lắp vào.

Toàn bộ hệ thống đèn được thiết kế rất hiện đại với cụm đèn pha và đèn xi-nhan thiết kế liền. Công tác đèn pha và đèn xi-nhan... được bố trí ở hai bên tay lái rất thuận tiện khi điều khiển. Mặt trên là công tơ mét có đèn báo hiệu điện của bình ắc quy, báo tốc độ khi xe chạy. Phía sau xe là cụm đèn hậu, đèn báo phanh, đèn xi-nhan được bố trí rất gọn và hợp lý.

Yên xe được thiết kế như yên xe máy, có thể chở thêm người. Hệ thống phanh được thiết kế theo kiểu phanh đĩa kết hợp với phanh bát, khi xe chạy ở tốc độ cao sử dụng phanh sẽ an toàn hơn.

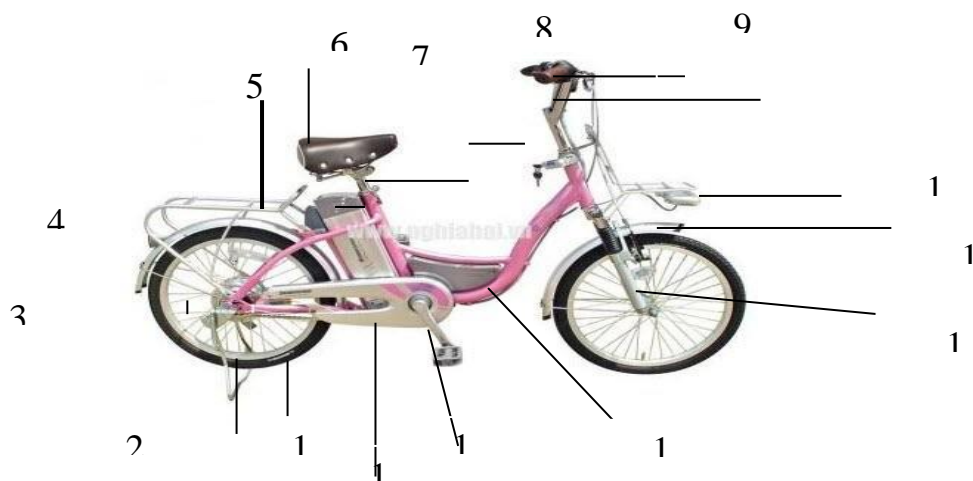
Tuy nhiên xe Trung quốc cũng thiết kế xích trần không có xích hộp. Xe Trung Quốc rất kín nước do vậy khi đi trời mưa hay ngập nước, nước vào trong

động cơ dễ làm hỏng xe. Bộ điều tốc để dưới gầm xe lên khi ngập nước dễ bị hỏng.

Xe đạp điện có rất nhiều mẫu mã kiểu dáng khác nhau phù hợp cho từng lứa tuổi như học sinh, sinh viên, người già. Thiết kế nhỏ gọn, đẹp, kiểu dáng lạ, độc đáo, tháo ra dễ dàng và có đèn, sườn nhôm, có đèn trước và sau rất sáng, yên tăng giảm to nhỏ, tùy theo chiều cao người sử dụng, phanh trước phanh sau rất chắc chắn, bánh nhỏ gọn, yên sau, giảm xóc rất tốt, rất phù hợp với các bạn trẻ...

Thiết kế kiểu dáng thể thao, độc đáo, chạy mạnh, có nút bật đèn trước, có đèn báo hiệu lượng điện, bình ắc quy tháo ra dễ dàng, thiết kế chắc chắn, yên tăng giảm theo chiều cao, phanh trước phanh sau chắc chắn, tay ga an toàn...phù hợp cho mọi người. Với thiết kế thể thao, xe đạp kiểu dáng này còn được sử dụng để vận động rèn luyện sức khỏe.

Các loại xe đạp điện không trang bị bàn đạp, chỉ chạy điện, loại này nhìn rất bắt mắt và có nhiều kiểu dáng tinh tế, sang trọng. Loại xe này rất phù hợp với những người cao tuổi.



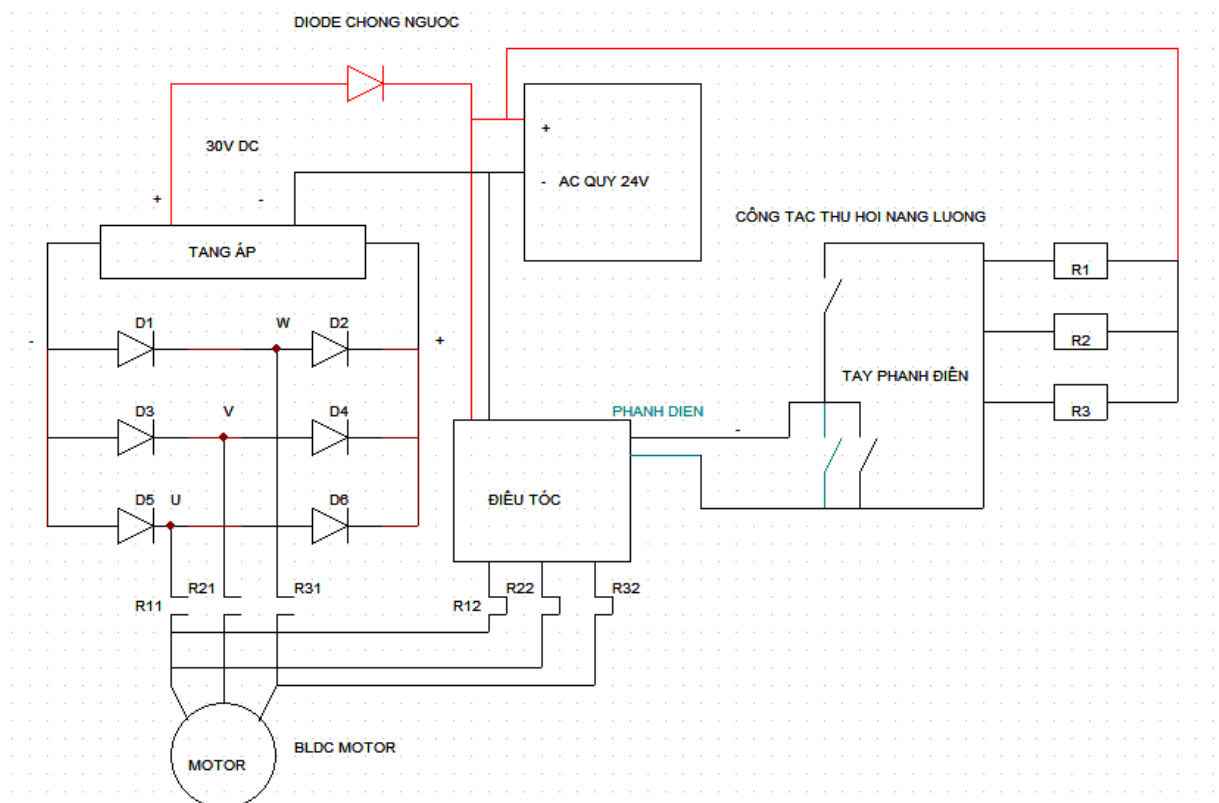
**Hình 3.14:** Kết cấu của xe đạp điện.

**Bảng 3.5:** Tên các ký hiệu trên hình 1.5.

1. Lốp	7. Bình điện	13. Càng trước
2. Vành	8. Cọc yên	14. Đẻ chân
3. Nan hoa	9. Tay ga	15. Đùi
4. Chấn bần sau	10. Phốt tăng	16. Hộp xích
5. Gắc Baga	11. Đèn xe	
6. Yên	12. Chấn bần trước	

## 3.2. THIẾT KẾ MẠCH HĂM TỐC VÀ THU HỒI NĂNG LƯỢNG, LẮP RÁP HOÀN THIỆN XE

### 3.2.1. Sơ đồ nguyên lý



**Hình 3.15:** Sơ đồ nguyên lý mạch hãm và thu hồi năng lượng

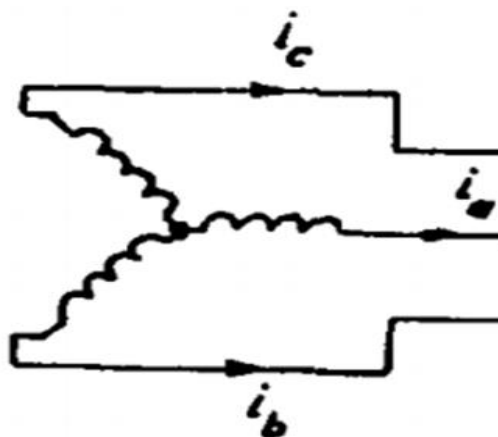
### 3.2.2 Nguyên lý hoạt động của hệ thống:

Xe đang hoạt động mà muốn dừng, ta nhả tay ga, bóp nhẹ tay phanh điện, lúc này công tắc thường mở trong tay phanh điện của xe được tác động sẽ làm kín mạch cuộn



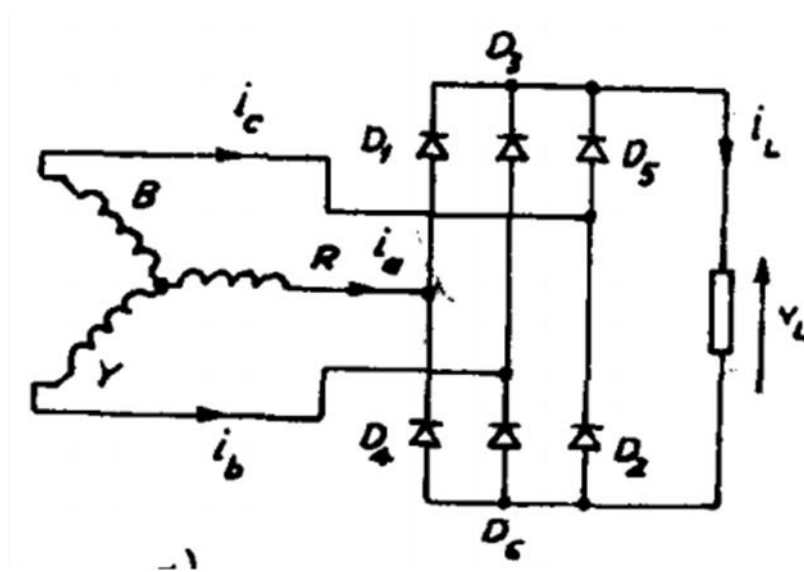
hút rơ le với nguồn điện 24v, 3 rơ le R1 , R2, R3 được cấp nguồn sẽ cắt dây động lực động cơ U, V, W ra khỏi điều tốc, đồng thời đóng vào mạch chỉnh lưu, điện áp sau chỉnh lưu được đưa vào bộ tăng , ổn áp để sạc cho ac quy, đầu ra của bộ tăng, ổn áp này đưa qua 1 diode chống ngược rồi mới sạc cho ac quy, mục đích để bảo vệ mạch tăng áp không bị điện áp ngược sạc vào làm hỏng mạch. Trong khoảng thời gian nhà tay ga tới thời điểm xe chuẩn bị dừng hẳn, ac quy sẽ được sạc điện, dòng sạc tối đa đo được qua Ampe kế là 1,4A. Qua quá trình thử nghiệm nhóm tác giả nhận thấy khi kích hoạt chế độ hãm thu hồi năng lượng thì xe bị hãm lại rõ rệt đồng thời Ampe kế hiển thị dòng sạc ac quy, điều đó cho thấy hệ thống hoạt động rất hiệu quả, áp dụng tốt cho xe thường xuyên tăng giảm tốc độ, đi quãng ngắn và đặc biệt là những xe hoạt động ở khu vực có nhiều đèo dốc, khu vực nhiều cầu, vùng núi. Khi xe đi từ trên dốc xuống, ta kích hoạt công tác hãm, lúc này xe sẽ bị ghì lại do động cơ điện làm việc ở chế độ máy phát, chuyển động năng của động cơ thành điện năng và sạc điện cho ac quy.

Vì động cơ sử dụng trong xe đạp điện của đề tài là loại động cơ BLDC có cấu tạo tương đương động cơ đồng bộ 3 pha nam châm vĩnh cửu nên Ta có mạch điện nguyên lý động cơ như sau.



**Hình 3.16:** Mạch nguyên lý của động cơ

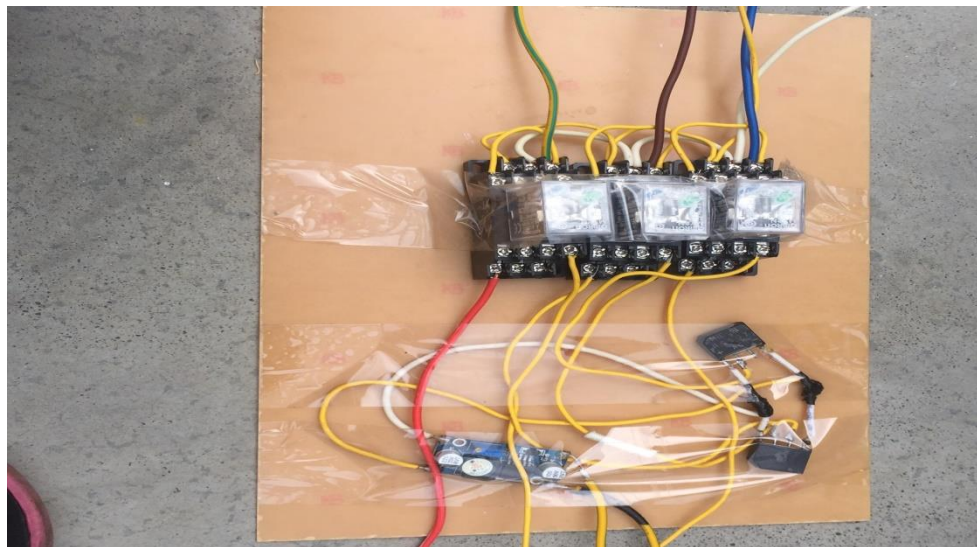
Để chuyển đổi điện áp xoay chiều 3 pha thành điện 1 chiều nạp cho ac quy ta sử dụng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha như sau



**Hình 3.17:** Điện áp 3 pha đưa qua cầu chỉnh lưu

$$U_d = \frac{6}{2\pi} \int_{\pi/3}^{2\pi/3} \sqrt{3} U_m \sin\omega t \, d\omega = U_m \cdot \frac{3\sqrt{3}}{\pi} = 1,654U_m$$

Trong đó  $U_m$  là điện áp đầu ra động cơ 3 pha 24V



**Hình 3.18:** Mạch thực tế

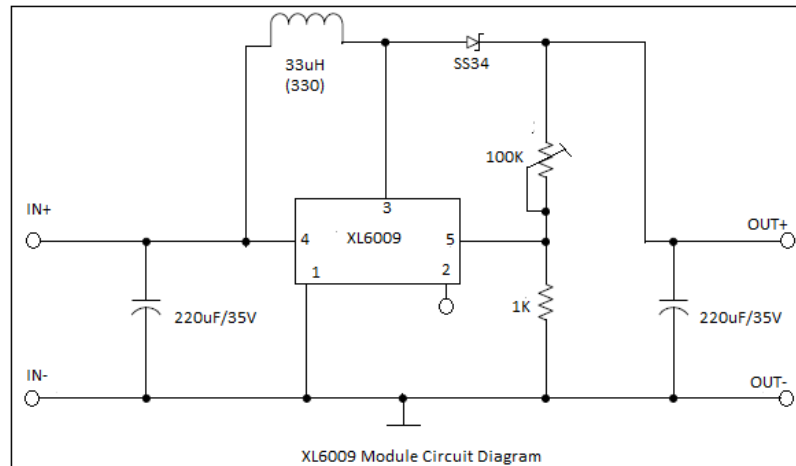
Điện áp sau chỉnh lưu max là 39V, điện áp này thông qua bộ ổn áp có thể nạp điện cho ac quy ở 30V

Bộ ổn định điện áp nạp

Điện áp đầu vào từ 3V đến 42V

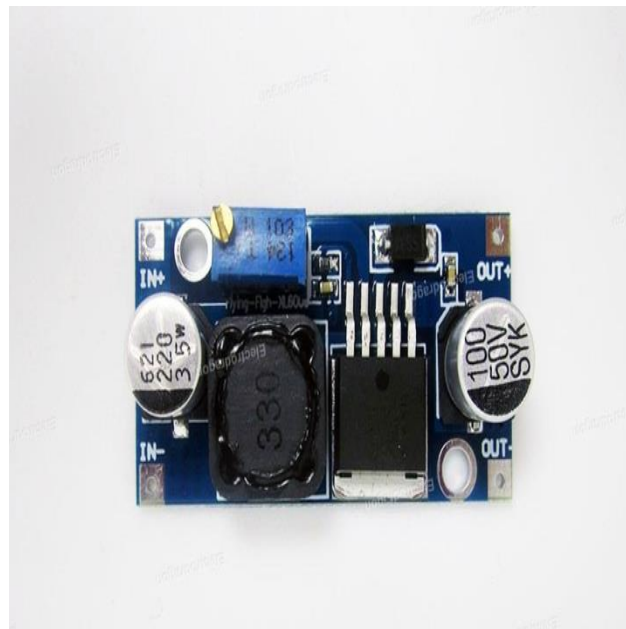
Điện áp đầu ra từ 5 V đến 35V

Dòng đáp ứng 4A, có hiệu suất làm việc 94%.



**Hình 3.19:** Sơ đồ nguyên lý của mạch ổn áp

Mạch điện thực tế



**Hình 3.20:** Mạch ổn áp

## KẾT LUẬN

Sau một khoảng thời gian thực hiện đề tài tốt nghiệp, cùng với sự giúp đỡ tận tình của các Thầy cô giáo, bạn bè, đến nay Em đã hoàn thành đề tài tốt nghiệp của mình. Trong đề tài của mình em đã tìm hiểu và thực hiện được các yêu cầu sau:

- Nghiên cứu về động cơ 1 chiều và các chế độ hãm động cơ 1 chiều.
- Tìm hiểu một số loại xe điện thông dụng trên thị trường hiện nay.
- Nghiên cứu về động cơ Brushless DC.
- Nghiên cứu, lắp đặt mạch hãm và thu hồi năng lượng cho động cơ Brushless DC.

Tuy nhiên do thời gian có hạn cũng như trình độ và kinh nghiệm của bản thân còn nhiều hạn chế nên đề tài thực hiện còn nhiều thiếu sót như:

- Tìm hiểu chưa thực sự đầy đủ hết các loại xe điện có trên thị trường.
- Thiết kế, lắp ráp mạch hãm và thu hồi năng lượng chưa được đẹp mắt.

Em rất mong nhận được sự chỉ bảo, sửa chữa đóng góp ý kiến của thầy cô và các bạn để đồ án được hoàn thiện hơn.

Một lần nữa Em xin chân thành cảm ơn sự chỉ bảo, hướng dẫn tận tình của Thầy- Th.S Đinh Thế Nam cùng các thầy cô trong khoa, bạn bè đã giúp đỡ em trong quá trình thực hiện đề tài.

Em xin chân thành cảm ơn!

*Hải Phòng, ngày...tháng...năm 2018*

Sinh viên thực hiện

Lê Tường Thanh

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Gia Anh (2005), *Kỹ thuật sửa chữa xe đạp điện*, Nhà xuất bản Thanh Niên.
2. Nguyễn Bính (2005), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
3. Lê Văn Doanh (1997), *Điện tử công suất và Điều khiển động cơ*, Sách dịch Đại học Bách Khoa Hà Nội.
4. Lê Văn Doanh, Nguyễn Thế Công, Trần Văn Thịnh (2007), *Điện tử công suất Lý thuyết - thiết kế - mô phỏng - ứng dụng*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
5. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn (1995), *Máy Điện*, Nhà xuất bản Giao Thông Vận Tải.
6. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn (2004), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản Xây dựng.
7. Website <http://www.dientuvietnam.net>
8. Website <http://www.webdien.com>
9. Website <http://vi.wikipedia.org>