

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

## 1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

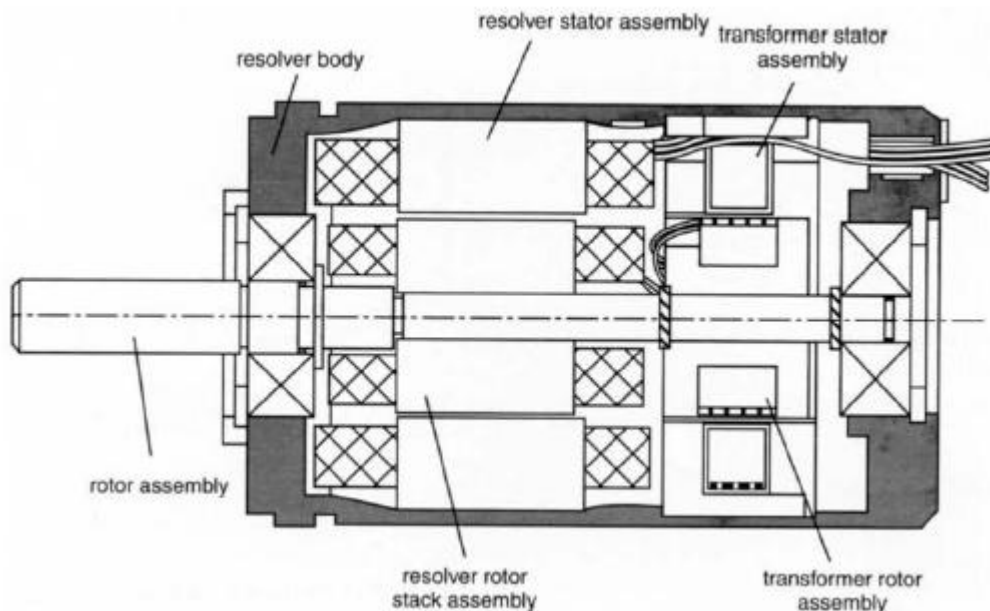
**Đ**ộng cơ không đồng bộ 3 pha là máy điện xoay chiều ,làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ , có tốc độ của rotor khác với tốc độ từ trường quay trong máy .

**Đ**ộng cơ không đồng bộ 3 pha được dùng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt vì chế tạo đơn giản , giá rẻ , độ tin cậy cao , vận hành đơn giản , hiệu suất cao , và gần như không cần bảo trì. **Đ**ải công suất rất rộng từ vài Watt đến 10.000hp . Các động cơ từ 5hp trở lên hầu hết là 3 pha còn động cơ nhỏ hơn 1hp thường là một pha .

## 1.2. CẤU TẠO

**G**ióng như các loại máy điện quay khác ,động cơ không đồng bộ ba pha gồm có các bộ phận chính sau :

- + phần tĩnh hay còn gọi là stato
- + phần quay hay còn gọi là roto



### 1.2.1. PHẦN TĨNH ( hay STATOR ):

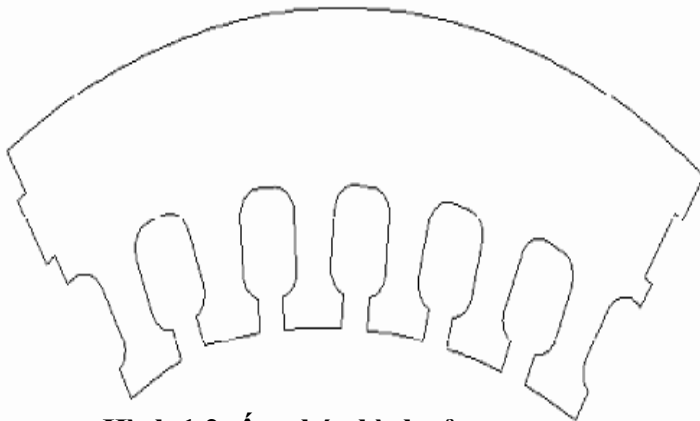
**T**rên stator có vỏ , lõi thép và dây quấn

#### 1.2.1.1. VỎ MÁY :

**V**ỏ máy có tác dụng cố định lõi thép và dây quấn .Thường vỏ máy làm bằng gang . Đối với vỏ máy có công suất tương đối lớn ( 1000 kw ) thường dùng thép tấm hàn lại làm vỏ máy ,tùy theo cách làm nguội ,máy và dạng vỏ máy cũng khác nhau .

1.2.1.2. LỖI THÉP

**L**ỗi thép là phần dẫn từ . Vì từ trường đi qua lõi thép là từ trường quay nên để giảm bớt tổn hao , lõi thép được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện dày 0,5 mm ép lại . Khi đường kính ngoài của lõi thép nhỏ hơn 990mm thì dùng cả tấm thép tròn ép lại . Khi đường kính ngoài lớn hơn trị số trên thì phải dùng những tấm thép hình rẻ quạt ( hình 1.2 ) ghép lại thành khối tròn .



**Hình 1.2** tấm thép hình rẻ quạt

**M**ỗi lõi thép kỹ thuật điện đều có phủ sơn cách điện trên bề mặt để giảm hao tổn do dòng điện xoáy gây nên .Nếu lõi thép ngắn thì có thể ghép thành một khối nếu lõi thép quá dài thì ghép thành những tấm ngắn mỗi tấm thép dài từ 6 đến 8 cm đặt cách nhau 1cm để thông gió cho tốt .Mặt trong của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.1.3. DÂY QUẤN:

**D**ây quấn stator được đặt vào các rãnh của lõi thép và được cách điện tốt với lõi thép . Dây quấn phần ứng là phần dây bằng đồng được trong các rãnh phần ứng và làm thành một hoặc nhiều vòng kín .Dây quấn là bộ phận quan trọng nhất của động cơ vì nó trực tiếp tham gia vào quá trình biến đổi năng lượng từ điện năng thành cơ năng . Đồng thời về mặt kinh tế thì giá thành của dây quấn cũng chiếm tỷ lệ khá cao trong toàn bộ giá thành của máy.

- + **C**ác yêu cầu đối với dây quấn bao gồm :
  - Sinh ra được một sức điện động cần thiết có thể cho một dòng điện nhất định chạy qua mà không bị nóng quá một nhiệt độ nhất định để sinh ra một moment cần thiết đồng thời đảm bảo đổi chiều tốt .
  - Triệt để tiết kiệm vật liệu , kết cấu đơn giản làm việc chắc chắn an toàn
  - Dây quấn phần ứng có thể phân ra làm các loại chủ yếu sau :
    - + Dây quấn xếp đơn và dây quấn xếp phức tạp
    - + Dây quấn song đơn và dây quấn song phức tạp

\* **T**rong một số máy cỡ lớn còn dùng dây quấn hỗn hợp đó là sự kết hợp giữa hai dây quấn xếp và song .

1.2.2. PHẦN QUAY ( hay ROTOR )

**P**hần này gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn rotor:

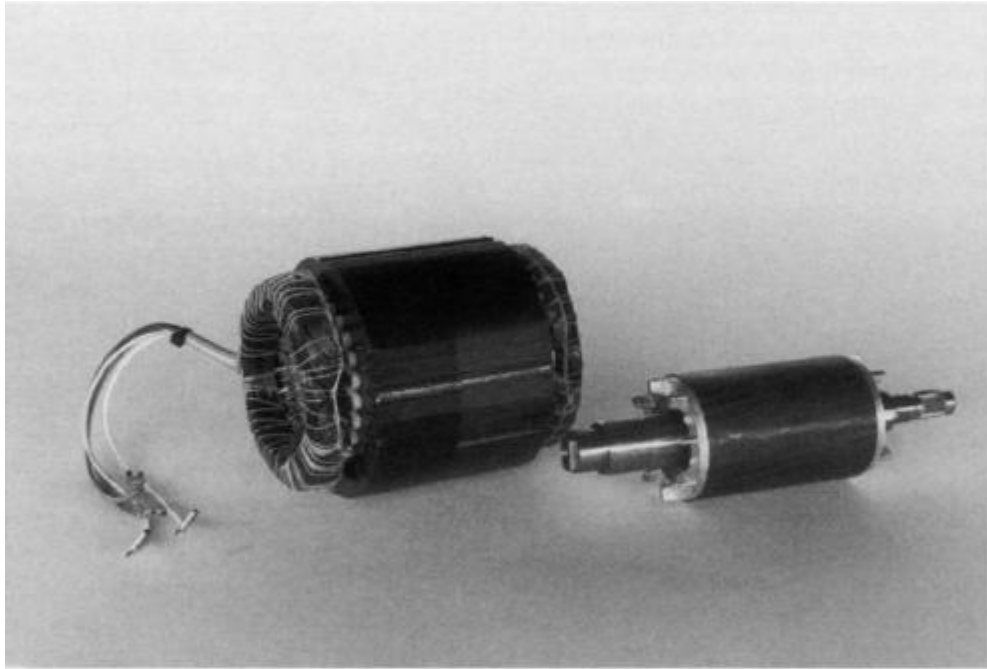
1.2.2.1 LỖI THÉP :

**N**ói chung người ta dùng các lá thép kỹ thuật điện như ở stator lõi thép được ép trực tiếp lên trục máy hoặc lên một giá rotor của máy .Phía ngoài của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.2.2 DÂY QUẤN ROTOR:

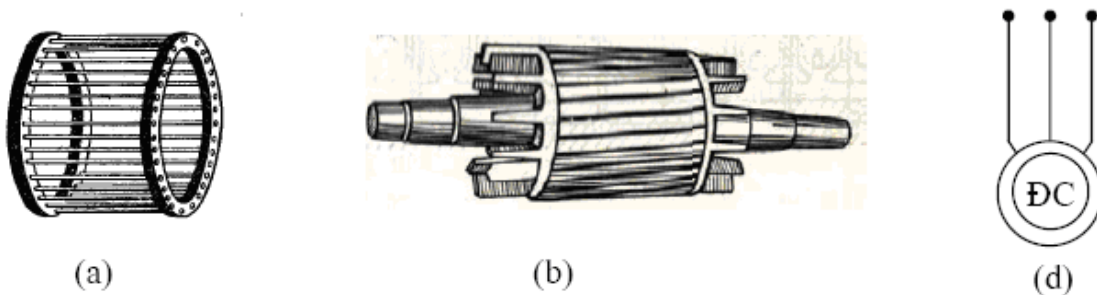
**P**hân loại làm hai loại chính rotor kiểu dây quấn và rotor kiểu lồng sóc:

**L**oại rotor kiểu dây quấn : rotor kiểu dây quấn (hình 1.3 ) cũng giống như dây quấn ba pha stator và có cùng số cực từ dây quấn stator .Dây quấn kiểu này luôn đấu hình sao ( Y ) và có ba đầu ra đầu vào ba vành trượt gắn vào trục quay rotor và cách điện với trục .Ba chổi than cố định và luôn tỳ trên vành trượt này để dẫn điện và một biến trở cũng nối sao nằm ngoài động cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ .



**Hình 1.3 : rotor kiểu dây quấn**

**R**otor kiểu lồng sóc ( hình 1.4 ) : Gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu .Với động cơ nhỏ ,dây quấn rotor được đúc nguyên khối gồm thanh dẫn , vành ngắn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát .Các động cơ công suất trên 100kw thanh dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rotor và gắn chặt vành ngắn mạch .



**Hình 1.4** Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ.

a) Dây quấn rotor lồng sóc c) Lõi thép rotor d) Ký hiệu động cơ trên sơ đồ

1.2.3. KHE HỖ :

Vì rotor là một khối tròn nên khe hở đều , khe hở trong máy điện không đồng bộ rất nhỏ ( từ 0,2mm đến 1mm trong máy điện cỡ nhỏ và vừa ) để hạn chế dòng điện từ hóa lấy từ lưới vào ,và như vậy có thể làm cho hệ số công suất của máy tăng cao .

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

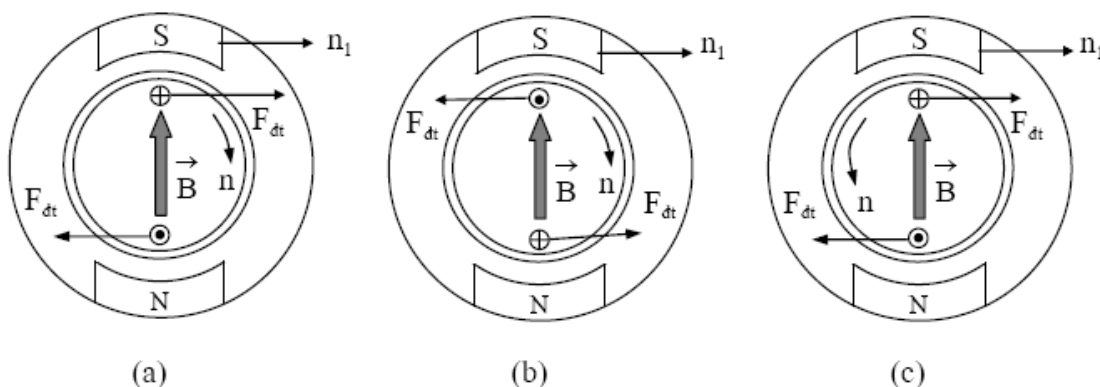
1.4.

Khi có dòng điện ba pha chạy trong dây quấn stato thì trong khe hở không khí suất hiện từ trường quay với tốc độ  $n_1 = 60f_1/p$  ( $f_1$  là tần số lưới điện ;  $p$  là số cặp cực ; tốc độ từ trường quay ) . Từ trường này quét qua dây quấn nhiều pha tự ngắn mạch nên trong dây quấn rotor có dòng điện  $I_2$  chạy qua . Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stator tạo thành từ thông tổng ở khe hở . Dòng điện trong dây quấn rotor tác dụng với từ thông khe hở sinh ra moment . Tác dụng đó có quan hệ mật thiết với tốc độ quay  $n$  của rotor . Trong những phạm vi tốc độ khác nhau thì chế độ làm việc của máy cũng khác nhau . Sau đây ta sẽ nghiên cứu tác dụng của chúng trong ba phạm vi tốc độ .

Hệ số trượt  $s$  của máy :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

Như vậy khi  $n = n_1$  thì  $s = 0$  , còn khi  $n = 0$  thì  $s = 1$  ; khi  $n > n_1$  ,  $s < 0$  và rotor quay ngược chiều từ trường quay  $n < 0$  thì  $s > 1$  .



Hình 1.5 Quá trình tạo moment của máy điện không đồng bộ

1.3.1 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU TỪ TRƯỜNG NHƯNG TỐC ĐỘ  $n < n_1$  ( $0 < s < 1$ )

Giả thuyết về chiều quay  $n_1$  của từ trường khe hở  $\Phi$  và của rotor  $n$  như hình 1.5a .Theo qui tắc bàn tay phải , xác định được chiều sức điện động  $E_2$  và  $I_2$  ; theo quy tắc bàn tay trái , xác định được lực  $F$  và moment  $M$  . Ta thấy  $F$  cùng chiều quay của rotor , nghĩa là điện năng đưa tới stator , thông qua từ trường đã biến đổi thành cơ năng trên trục quay rotor theo chiều từ trường quay  $n_1$  , như vậy động cơ làm việc ở chế độ động cơ điện .

**1.3.2 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU NHƯNG TỐC ĐỘ  $n > n_1$  ( $s < 0$ ).**

**D**ùng động cơ sơ cấp quay rotor của máy điện không đồng bộ vượt tốc độ đồng bộ  $n > n_1$ . Lúc đó chiều từ trường quay quét qua dây quấn rotor sẽ ngược lại, sức điện động và dòng điện trong dây quấn rotor cũng đổi chiều nên chiều của  $M$  cũng ngược chiều  $n_1$ , nghĩa là ngược chiều với rotor, nên đó là moment hãm ( hình 1.5b ). Như vậy máy đã biến cơ năng tác dụng lên trục động cơ điện, do động cơ sơ cấp kéo thành điện năng cung cấp cho lưới điện, nghĩa là động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

**1.3.3. ROTOR QUAY NGƯỢC CHIỀU TỪ TRƯỜNG  $n < 0$  ( $s > 1$ )**

**V**i nguyên nhân nào đó mà rotor của máy điện quay ngược chiều từ trường quay hình 1.5c, lúc này chiều của sức điện động và moment giống như ở chế độ động cơ. Vì moment sinh ra ngược chiều quay với rotor nên có tác dụng hãm rotor lại. Trường hợp này máy vừa lấy điện năng ở lưới điện vào, vừa lấy cơ năng từ động cơ sơ cấp. Chế độ làm việc này gọi là chế độ hãm điện từ.

**1.4. CÁC ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ**

**Đ**ặc tính tốc độ  $n = F(P_2)$

Theo công thức hệ số trượt, ta có :

$$n = n_1(1-s)$$

Trong đó :  $s = \frac{P_{cu}}{P_{dt}}$ . Khi động cơ không

tải  $P_{cu} \ll P_{dt}$  nên  $s \sim 0$  động cơ điện quay gần tốc độ đồng bộ  $n \sim n_1$ . Khi tăng tải thì tổn hao đồng cũng tăng lên  $n$  giảm một ít, nên đường đặc tính tốc độ là đường dốc xuống.

**Đ**ặc tính moment  $M=f(P_2)$

Ta có  $M = f(s)$  thay đổi rất nhiều nhưng trong phạm vi  $0 < s < s_m$  thì đường  $M = f(s)$  gần giống đường thẳng, nên  $M_2 = f(P_2)$  đường thẳng qua gốc tọa độ.

**Đ**ặc tính hiệu suất  $\eta = f(P_2)$

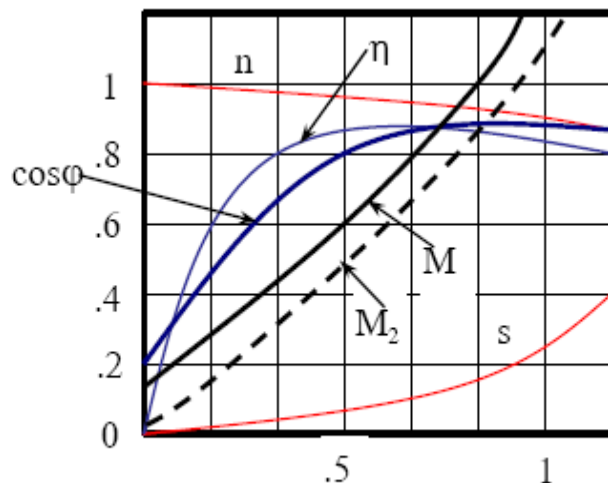
Ta có hiệu suất của máy điện không đồng bộ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum P} 100\%$$

$\sum P$  tổng tổn hao, nhưng ở đây chỉ có tổn hao đồng thay đổi theo phụ tải còn các tổn hao khác là không đổi.

**Đ**ặc tính hệ số công suất  $\cos\varphi = f(P_2)$ .

Vì động cơ luôn luôn nhận công suất phản kháng từ lưới. Lúc không tải  $\cos\varphi$  rất thấp thường  $< 0,2$ . Khi có tải dòng điện  $I_2$  tăng lên nên  $\cos\varphi$  cũng tăng.



Hình 1.6 Đặc tính làm việc của MK

**1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA**

### 1.5.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÔI ĐẦU DÂY QUẢN

**T**rong quá trình vận hành động cơ điện khi khởi động chúng ta cần quan tâm đến hai vấn đề

\* Giảm thấp dòng điện khởi động (qua hệ thống dây dẫn chính vào dây quấn stato động cơ) ngay thời điểm khởi động.

\* Phương pháp giảm thấp dòng điện khởi động thực chất là giảm thấp điện áp cung cấp vào động cơ tại thời điểm khởi động. Theo lý thuyết chúng ta có được quan hệ: moment (hay ngẫu lực) khởi động tỷ lệ thuận với bình phương giá trị điện áp hiệu dụng cấp vào động cơ, như vậy giảm giá trị dòng điện khởi động dẫn tới hậu quả giảm thấp giá trị của moment khởi động.

**T**rong thực tế các biện pháp giảm dòng khởi động có thể chia làm hai dạng như sau

\* Giảm điện áp nguồn cấp vào dây quấn stato bằng phương pháp: biến áp giảm áp, hay lắp đặt các phần tử hạn áp (cầu phân áp) dùng điện trở hay điện cảm.

\* Sử dụng bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha, dùng linh kiện điện tử điều chỉnh thay đổi điện áp hiệu dụng nguồn áp 3 pha cấp vào động cơ. Hệ thống khởi động này được gọi là phương pháp khởi động mềm (soft start) cho động cơ

**C**ác phương pháp ra dây trên stato của động cơ không đồng bộ 3 pha:

➢ Động cơ 3 pha 6 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng so với sơ đồ đầu Y hay  $\Delta$ )

➢ Động cơ 3 pha 9 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai phương pháp: đầu Y nối tiếp - Y song song,  $\Delta$  nối tiếp -  $\Delta$  song song.)

➢ Động cơ 3 pha 12 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong bốn cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng với một trong sơ đồ đầu dây Y nối tiếp, Y song song,  $\Delta$  nối tiếp,  $\Delta$  song song)

### 1.5.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN TRỞ GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN

**M**ột trong các biện pháp giảm áp là đầu nối tiếp điện trở  $R_{mm}$  với bộ dây quấn stator tại lúc khởi động. tác dụng của  $R_{mm}$  trong trường hợp này là làm giảm áp đặt vào từng pha dây quấn stator.

**T**ương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ. thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ khoảng 65%; 50% và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.

### 1.5.3. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN CẢM GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN:

**T**ương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ, thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, và 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ còn khoảng 65%, 50%, và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.



#### 1.5.4. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG MÁY BIẾN ÁP TỰ NGẪU GIẢM ÁP :

Với các phương pháp giảm dòng mở máy dùng Rmm hay Xmm, dòng điện mở máy qua dây quấn cũng chính là dòng điện qua dây nguồn. Khi sử dụng biến áp giảm áp đặt vào dây quấn stator lúc khởi động, dòng điện mở máy qua dây quấn giảm thấp. Nhưng dòng điện này chỉ xuất hiện phía thứ cấp biến áp còn dòng điện qua dây nguồn chính là dòng qua sơ cấp biến áp.

Với biến áp giảm áp, dòng điện phía sơ cấp sẽ có giá trị thấp hơn dòng điện phía thứ cấp. Tóm lại khi dùng máy biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động, dòng điện mở máy qua dây nguồn sẽ thấp hơn dòng điện mở máy khi dùng phương pháp giảm dòng với Rmm hay Xmm.

Khi dùng biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động thời gian hoạt động của máy biến áp tồn tại rất ngắn; chúng ta có thể sử dụng một trong các dạng biến áp tự ngẫu sau:

- + Biến áp tự ngẫu loại 3 pha 3 trụ
- + Biến áp tự ngẫu 3 pha do.

Tương tự trường hợp đã nêu trong các danh mục trên, máy biến áp giảm áp được bố trí nhiều cấp điện áp ra tương ứng với các mức 80%, 64% và 50% giá trị moment mở máy trực tiếp chỉ còn khoảng 65%, 50%, 25% giá trị moment mở máy trực tiếp (khi cấp nguồn trực tiếp bằng đúng định mức cấp vào stator).

#### 1.6. ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC 9 ĐẦU DÂY:

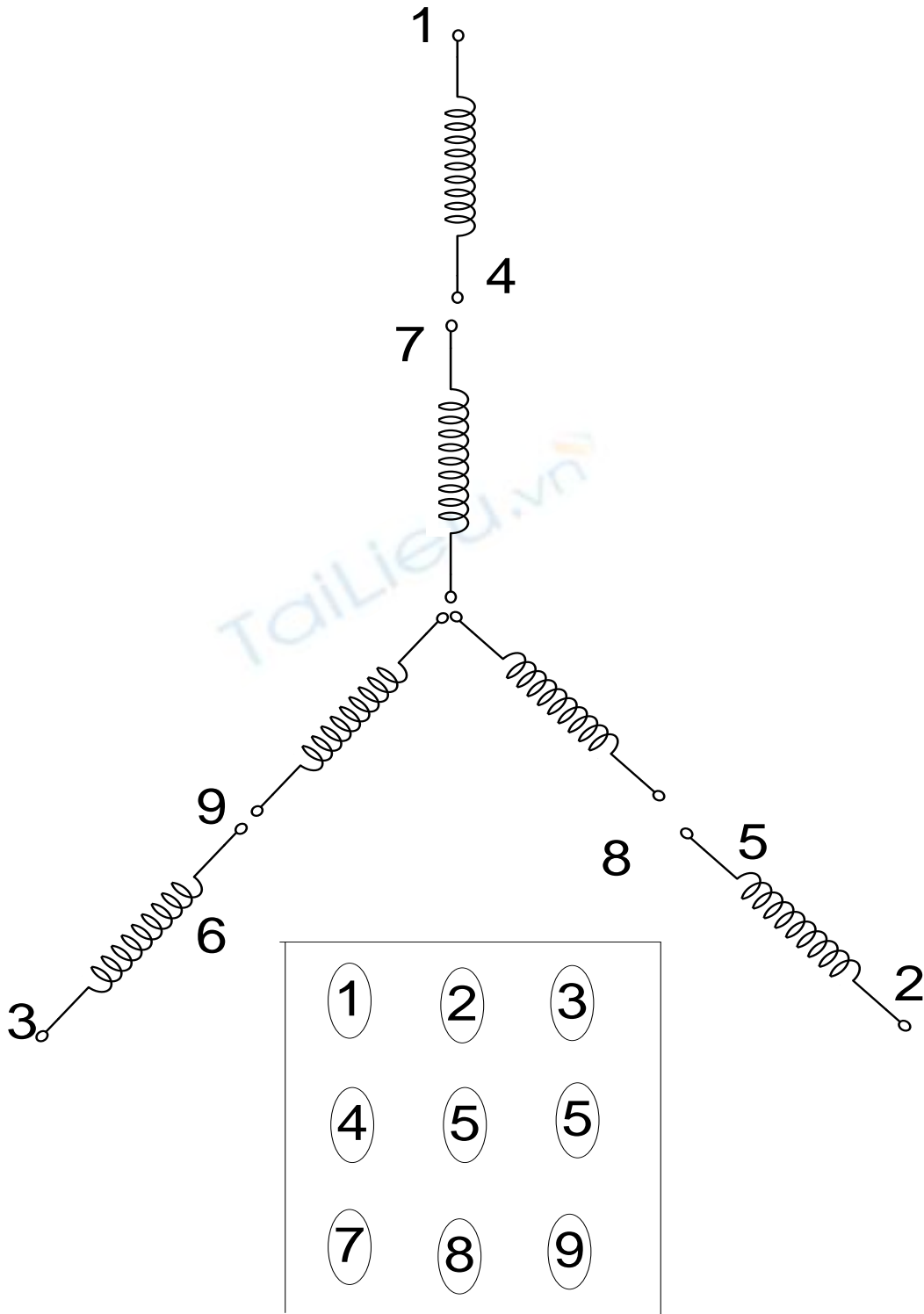
##### 1.6.1. PHƯƠNG PHÁP RA DÂY:

Với phương pháp ra 9 đầu, chúng ta có hai trường hợp:

- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu Y nối tiếp hay Y song song.
- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu  $\Delta$  nối tiếp hay  $\Delta$  song song.

Sơ đồ liên kết các phase dây quấn cho mỗi trường hợp nêu trên hoàn toàn khác biệt; chúng ta khảo sát từng trường hợp như sau. Trong hình 1.7; 1.8; 1.9 chúng ta khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng Y nối tiếp hay Y song song. Trong hình 1.10; 1.11; 1.12 dùng để khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng  $\Delta$  nối tiếp hay  $\Delta$  song song.

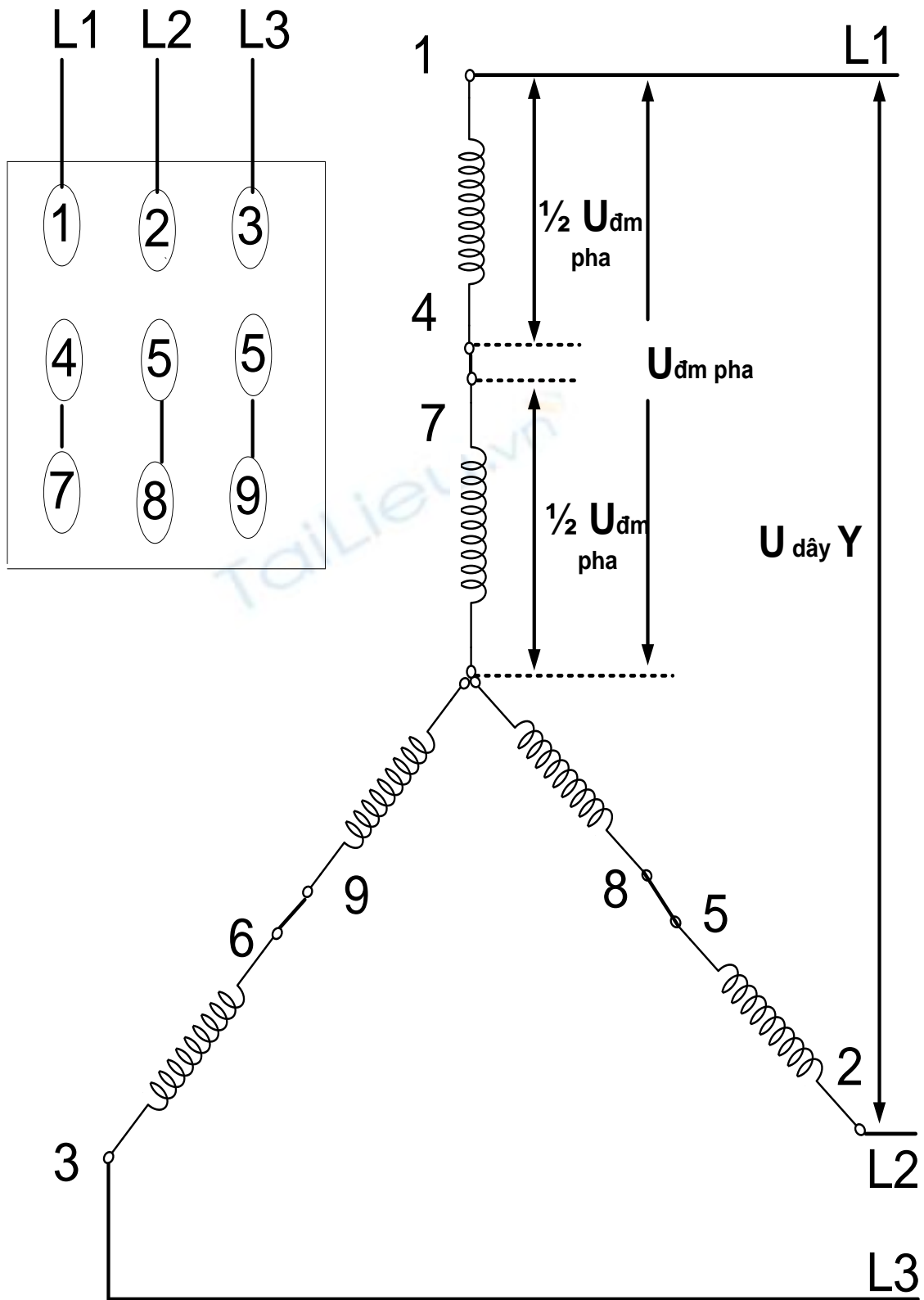
**Hình 1.7 :** Sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (dây Y nối tiếp, Y song song).



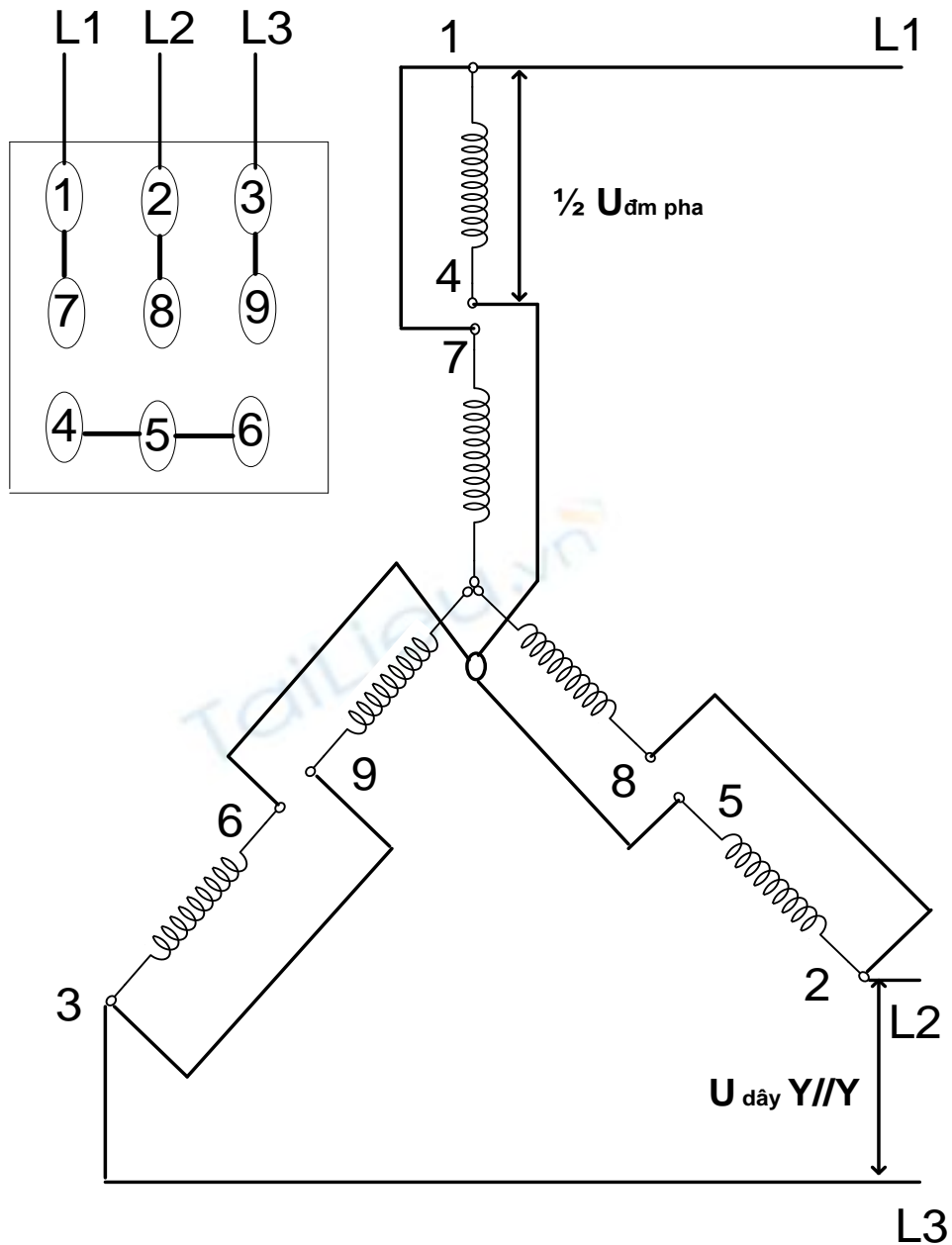
**BẢNG BỐ TRÍ 9 ĐẦU DÂY**

**T**rong hình 1.7: Mỗi pha dây quấn được tách thành 2 nửa, liên kết 3 nửa pha của 3 pha ta có nửa bộ dây đầu Y và 3 nửa pha rời, tổng cộng là 9 đầu ra dây ; điểm trung tính của nửa bộ dây đầu Y không đưa ra ngoài.





**Hình 1.8** : sơ đồ đấu dây theo dạng Y nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây



**Hình 1.9** : sơ đồ đấu dây dạng Y song song của động cơ 3 pha ra 9:

+ Khi động cơ Y nối tiếp để vận hành :

$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{đmpha}$$

+ Khi động cơ đấu Y song song để vận hành :

$$U_{dâyY//Y} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{đmpha}}{2}$$

+ Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau :

$$U_{dâyY} = 2 \cdot U_{dâyY//Y}$$