

8.1 Định nghĩa và công dụng :

1. Định nghĩa :

Máy điện đồng bộ là loại máy điện mà có tốc độ của rotor bằng tốc độ của từ trường quay n_1

2. Công dụng :

- * Dùng để chế tạo các máy phát điện của lưới điện quốc gia Công suất có thể đạt đến 600 MVA và thường làm việc song song.
- * Động cơ điện có công suất lớn dùng để truyền động trong các máy công cụ với tốc độ không đổi như máy bơm, nén khí, quạt gió .v..v.
- * Các động cơ có công suất nhỏ dùng trong các thiết bị như đồng hồ điện, dụng cụ tự ghi, thiết bị sinh hoạt v.v...
- * Máy bù đồng bộ (động cơ Đồng bộ làm việc ở trạng thái quá kích từ) dùng để phát công suất phản kháng cho lưới điện để bù hệ số công suất và ổn định điện áp của lưới điện .

8.2 Cấu tạo :

1. Phần tĩnh(Stator):

Giống như máy điện không đồng bộ .
Gồm có mạch từ và dây quấn ba pha .
Dây quấn stator gọi là dây quấn phần ứng.

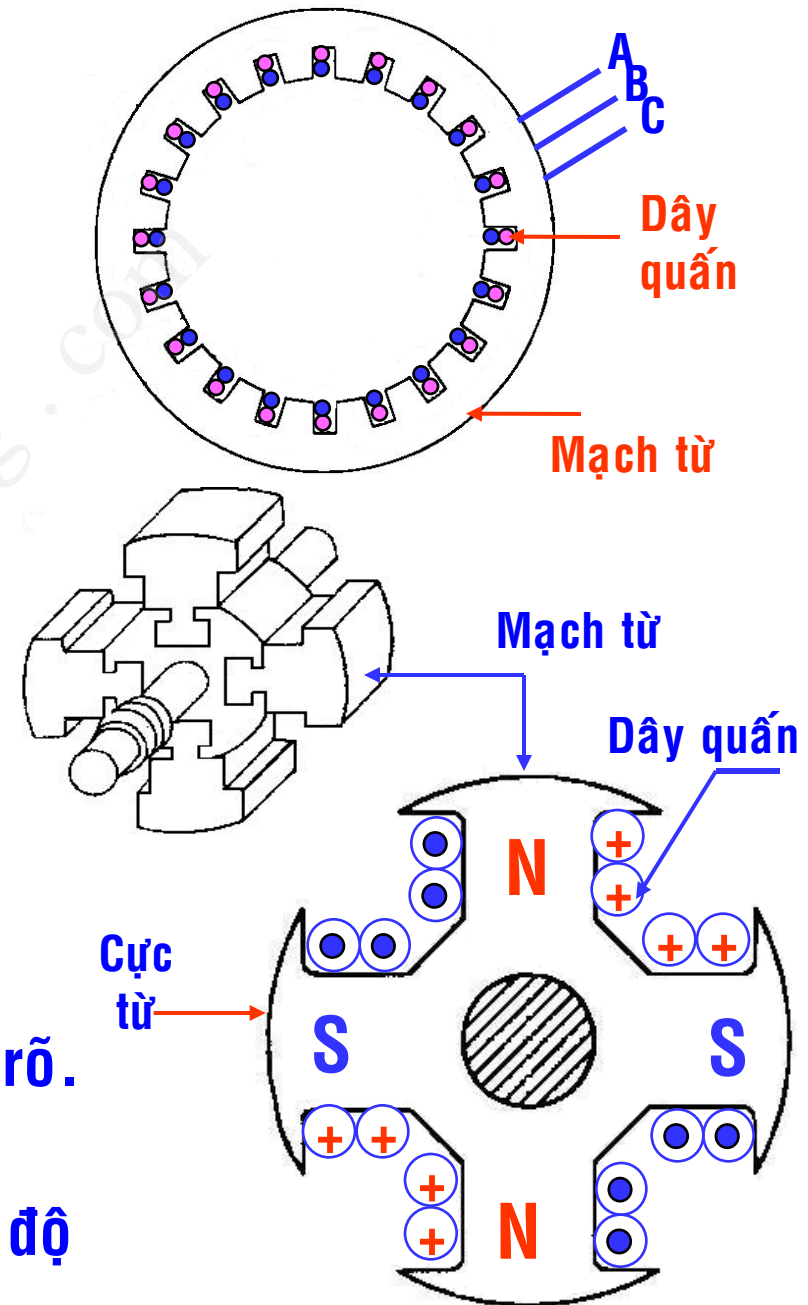
2. Phần quay (Rotor) :

Là một nam châm điện gồm có :
Mạch từ, dây quấn, các vành trượt
và chổi than .

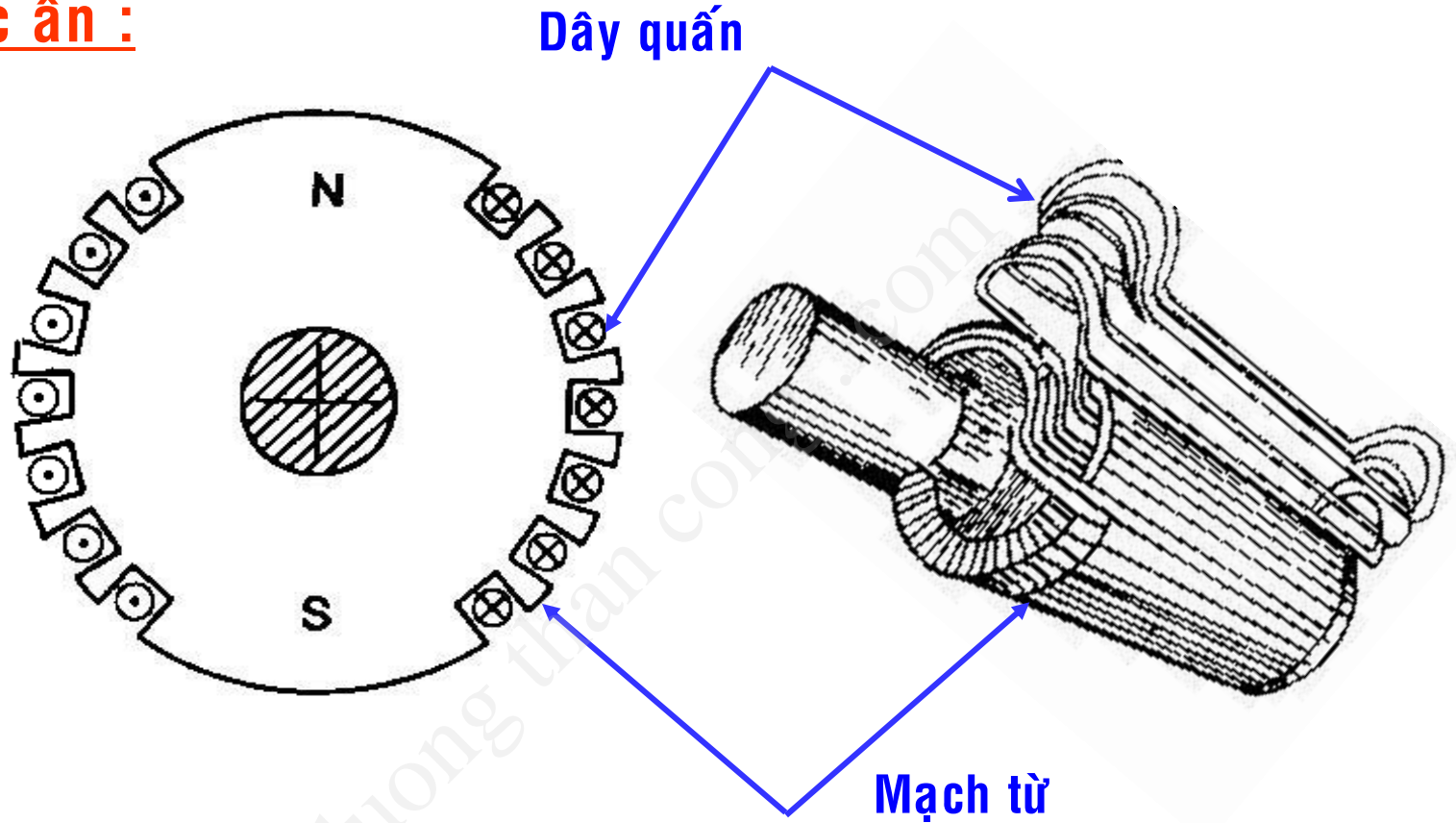
Có hai loại rotor :

a, Rotor cực lồi :

- _ Mạch từ được chế tạo với các cực từ lộ rõ.
- _ Dây quấn được quấn quanh thân cực từ.
- _ Loại này dùng cho các máy điện có tốc độ thấp $n < 1000$ vg/ph.



b, Rotor cực ẩn :



Trên các rãnh của mạch từ rotor người ta quấn các cuộn dây. Loại này dùng cho các máy điện có tốc độ cao $n = 3000$ vg/ph

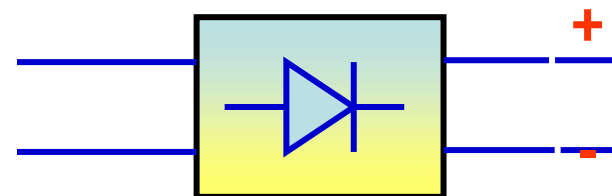
Dây quấn rotor gọi là **dây quấn kích từ** . Các đầu dây đi luôn trong trục và nối ra ngoài với hai vòng trượt ở đầu trục thông qua hai chổi than để nối với nguồn kích từ .

3, Nguồn kích từ :

Nguồn kích từ cung cấp cho dây quấn kích từ (dây quấn rotor) là nguồn một chiều. Nó có thể là :

_ Là một máy phát điện một chiều có rotor đồng trục với MĐĐB, công suất khoảng từ : 0,2 _ 0,07 công suất của máy điện đồng bộ.

_ Là nguồn một chiều được lấy từ lưới điện qua bộ chỉnh lưu .

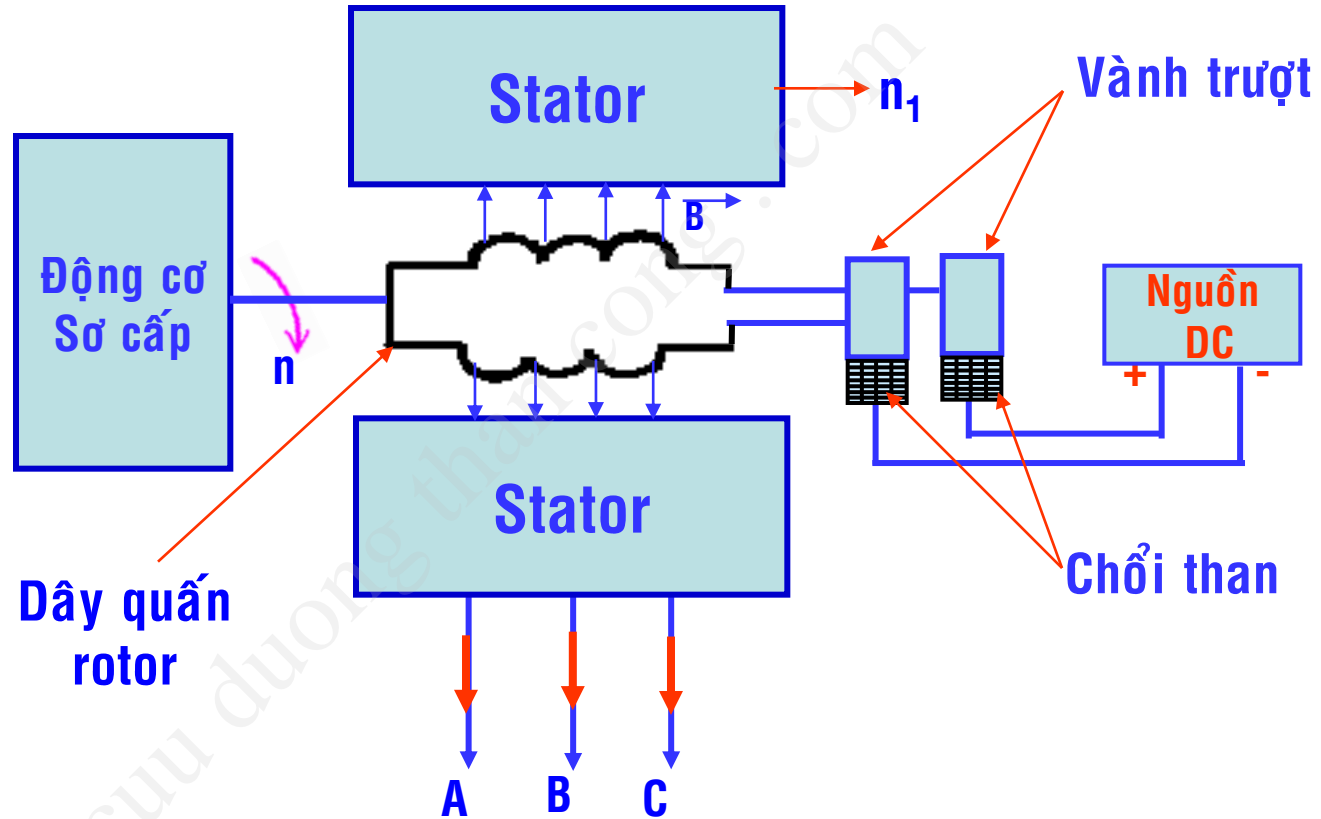


4, vỏ :

Có cấu tạo tương tự như máy điện không đồng bộ.

8.3 Nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ :

1. Máy phát điện đồng bộ:



- * Dây quấn Rotor (kích từ) được nối vào nguồn một chiều Rotor trở thành một nam châm điện.
- * Dùng động cơ sơ cấp kéo rotor quay với vận tốc n (vg/ph).

Từ trường của dây quấn rotor sẽ xuyên các cuộn dây của dây quấn stator và làm cảm ứng trong các cuộn dây này các sức điện động hình sin mỗi pha có trị hiệu dụng :

$$E_0 = 4,44.f.w_1.k_{dq1}.F_{\max}$$

Nếu rotor có p đôi cực thì tần số dòng điện trong dây quấn stator là :

$$f = p.n / 60 \quad (\text{Hz}) \quad (1)$$

Khi máy điện mang tải, dòng điện chạy trong dây quấn stator, sẽ sinh ra một từ trường quay có tốc độ:

$$n_1 = 60.f / p \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có : $n = n_1 \longrightarrow$ Gọi là máy phát đồng bộ

8.3 Nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ :

2. Động cơ điện đồng bộ :

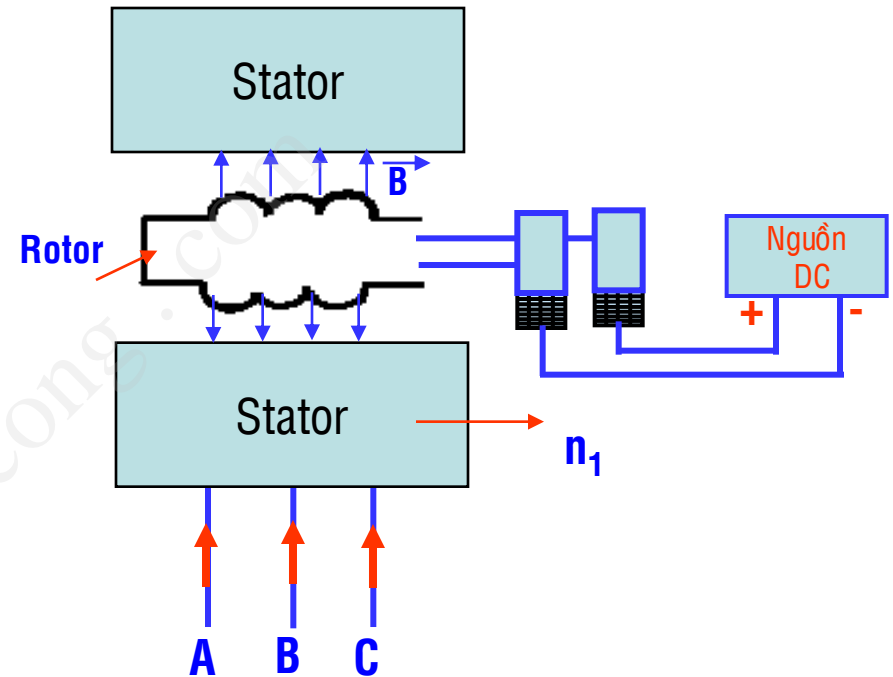
_ Cho dòng điện xoay chiều ba pha đi vào dây quấn stator.

_ Trong dây quấn stator sinh ra một từ trường quay n_1 .

_ Cho dòng điện một chiều vào dây quấn rotor,

_ rotor trở thành một nam châm điện, nó sinh ra một từ trường .

_ Tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay và từ trường nam châm vĩnh cửu sẽ sinh ra một ngẫu lực điện từ, ngẫu lực này sinh ra một mô men quay tác dụng lên rotor và kéo rotor quay với tốc độ $n = n_1$.



Xét quá trình mở máy

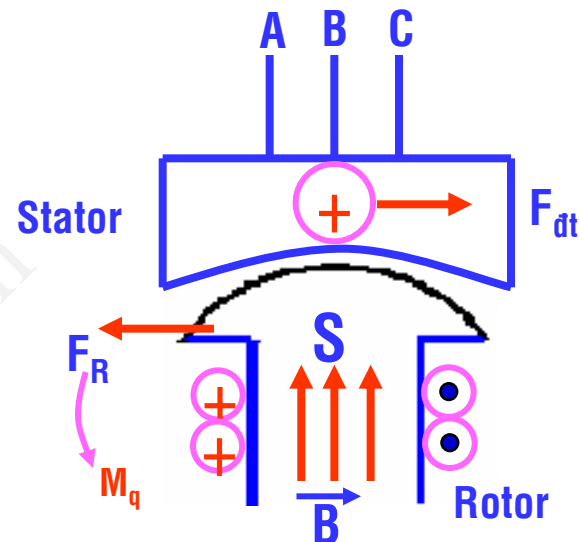
* Ở 1/2 T đầu :

_ Dòng điện pha A trong dây quấn stator +, dòng điện đi từ điểm đầu đến điểm cuối A _ X .

_ Khi cho dòng điện một chiều vào dây quấn rotor, rotor trở thành nam châm và sinh một từ cảm B

_ Lực điện từ tác dụng lên các thanh dẫn stator $F_{đt}$.

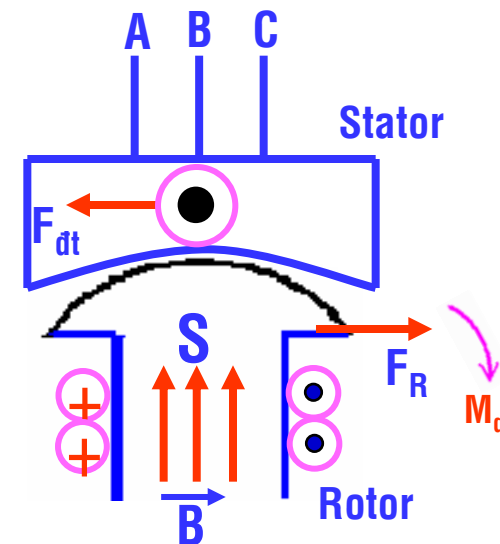
_ Phản lực F_R tác dụng lên rotor $\longrightarrow M_q$



* Ở 1/2 T sau :

_ Dòng điện pha A trong dây quấn stator - , dòng điện đi từ điểm cuối đến điểm đầu X _ A .

_ Bằng cách xác định tương tự ta xác định được $F_{đt}$ và F_R tác dụng lên rotor $\longrightarrow M_q$



Như vậy :

Mô men tác dụng lên rotor là mô men quay xoay chiều, vì rotor có trọng lượng nên có quán tính và nó không kịp theo mô men này. Hay nói cách khác là động cơ đồng bộ không tự mở máy được .

* Các biện pháp mở máy động cơ đồng bộ :

_ Dùng động cơ phụ :

Động cơ phụ là một Đ, cơ KĐB có tốc độ $n = n_1$. Quá trình mở máy như sau :

- Dây quấn rotor được nối qua một điện trở có $R = (6 - 10) \cdot R_{kt}$.
- Dây quấn Stator được nối vào nguồn .
- Dùng động cơ phụ kéo rotor đến tốc độ $n = n_1$.
- Sau đó cắt điện trở R và động cơ phụ, nối điện một chiều vào dây quấn rotor. Tác dụng giữa tương hỗ giữa hai từ trường này sẽ kéo rotor vào làm việc ở chế độ đồng bộ $n = n_1$.

_ Mở máy không không bộ :

Các động cơ mở máy theo PP này thì trên một phần mạch từ của dây quấn rotor người ta quấn thêm một cuộn dây mở máy dạng lồng sóc.

Quá trình mở máy như sau :

- Dây quấn rotor được nối qua một điện trở có $R = (6 - 10) \cdot R_{kt}$.
- Dây quấn stator được nối vào nguồn ba pha. Động cơ tự mở máy như động cơ KĐB .
- Khi rotor quay đến tốc $n = n_1$ thì cắt điện trở R và đóng điện một chiều vào dây quấn rotor. Từ trường của dây quấn rotor sẽ tác dụng với từ trường quay và kéo rotor vào làm việc ở chế độ đồng bộ $n = n_1$.

8.4 Mạch điện thay thế máy điện đồng bộ :

1. Điện kháng tản, điện kháng phần ứng, điện kháng đồng bộ :

Khi máy điện đồng bộ mang tải, từ trường tổng máy gồm có :

- Từ thông chính Φ_m sinh ra sức điện động E_0 .
- Từ thông tản Φ_t chỉ móc vòng với các vòng dây của dây phần ứng qua không khí và sinh ra sức điện động tản :

$$\dot{E}_t = -j \cdot \dot{I} \cdot X_t$$

X_t : Điện kháng tản

- Từ thông phần ứng F_u do dòng điện tải chạy trong dây quấn phần ứng sinh ra và sinh ra một sức điện động:

$$\dot{E}_u = -j \cdot \dot{I} \cdot X_u$$

X_u : Điện kháng phần ứng

- Tác dụng của E_t và E_u trong dây quấn phần ứng :

$$\dot{E}_t + \dot{E}_u = -j \cdot \dot{I} \cdot (X_t + X_u) = -j \cdot \dot{I} \cdot X_{db}$$

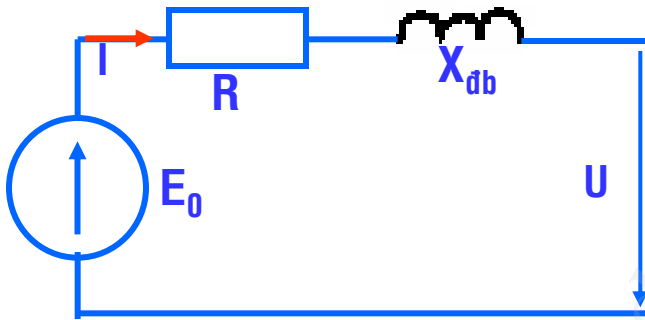
X_{db} : Điện kháng đồng bộ

2. Mạch điện thay thế máy điện đồng bộ :

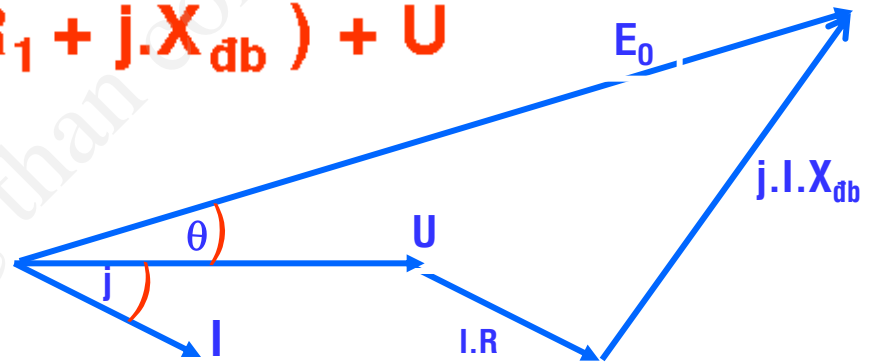
a, Máy phát điện đồng bộ :

SĐĐ cảm ứng sinh ra trong dây quấn stator có chiều cùng với dòng điện, nó sẽ cân bằng với điện áp trên hai đầu cực của máy, điện áp trên điện trở và điện kháng đồng bộ của dây quấn stator.

$$\dot{E}_0 = \dot{I} \cdot (R_1 + j \cdot X_{db}) + \dot{U}$$

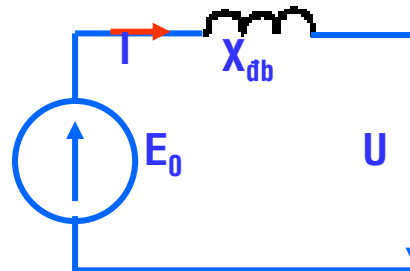


Mạch điện thay thế

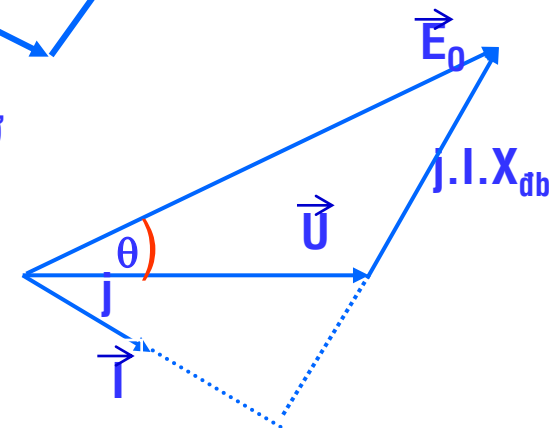


Đồ thị véc tơ

Thường $R_1 \ll X_{db}$ nên mạch điện và đồ thị véc tơ có dạng đơn giản hơn .



Mạch điện thay thế

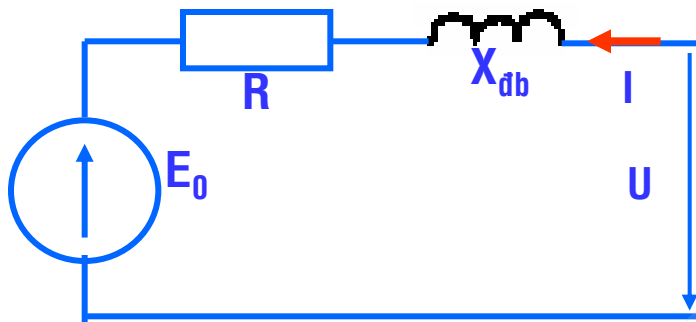


Đồ thị véc tơ

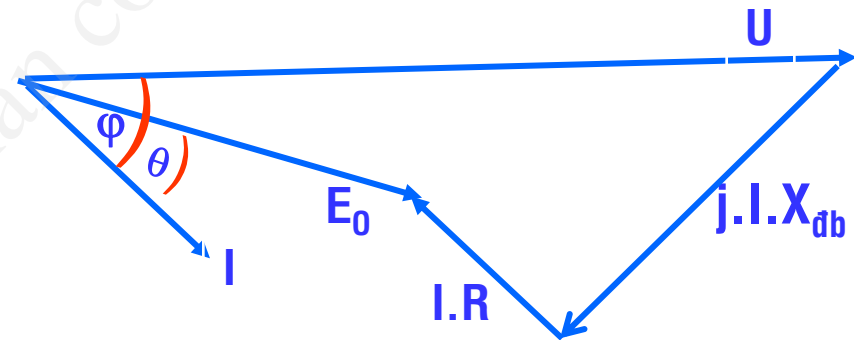
b, Động cơ điện đồng bộ :

Sức điện động cảm ứng sinh ra trong dây quấn stator có chiều ngược với dòng điện. Điện áp đặt vào dây quấn Stator sẽ cân bằng với sức điện động, điện áp trên điện trở và điện kháng đồng bộ của dây quấn stator.

$$\dot{U} = - \dot{E}_0 + \dot{I} \cdot (R + j \cdot X_{đb})$$

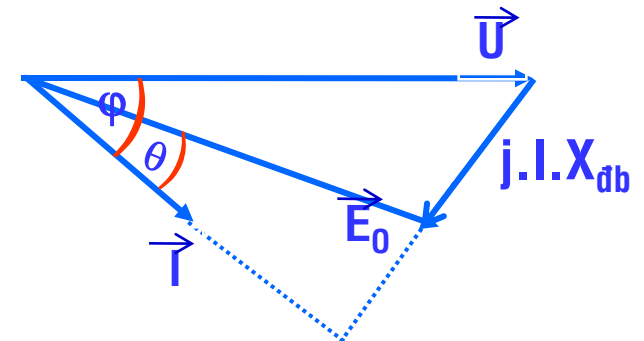
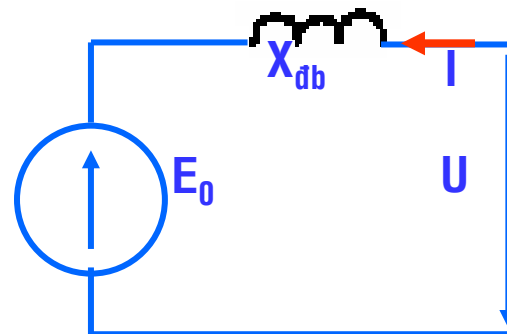


Mạch điện thay thế



Đồ thị véc tơ

Thường $R_1 \ll X_{đb}$ nên mạch điện và đồ thị véc tơ có dạng đơn giản hơn .



8.5 Đặc điểm của động cơ đồng bộ :

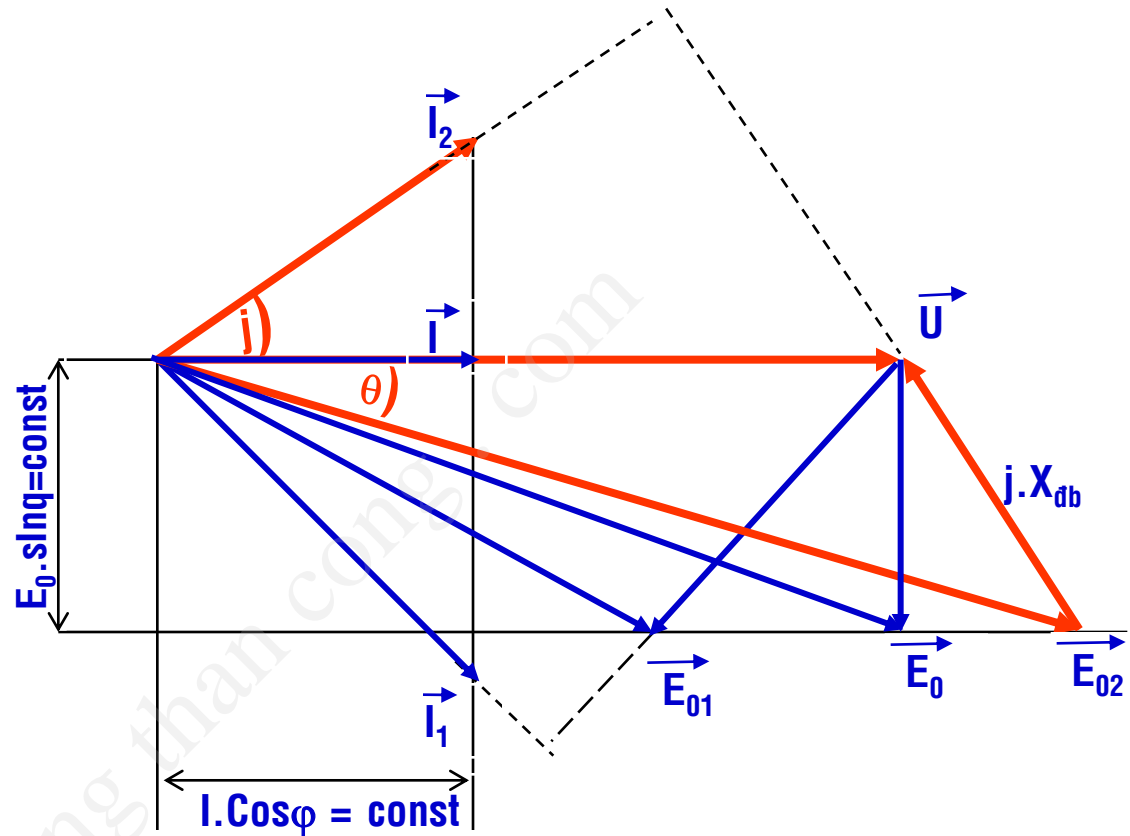
1. Động cơ Đồng bộ có đường đặc tính cơ cứng, với tần số nguồn điện cho trước tốc độ của động cơ không đổi $n = 60.f/p$ và không phụ thuộc vào tải trên trục động cơ .
2. Động cơ đồng bộ có mô men cực đại lớn $M_{\max} = 2 - 3 M_{\text{đm}}$ và ít thay đổi khi điện áp thay đổi.
3. Động cơ đồng bộ thiết kế với $\cos\varphi = 1$, nên cùng công suất thì trọng lượng, kích thước, dòng điện trong dây quấn Stator sẽ nhỏ hơn động cơ KĐB và hiệu suất lớn hơn .
4. Hệ số $\cos\varphi$ của Động cơ phụ thuộc vào dòng điện kích từ :
 - * Khi $I_{\text{kt}} < I_{\text{ktdm}}$: thì $0 < \cos\varphi < 1$ Động cơ tiêu thụ Q từ lưới.
 - * Khi $I_{\text{kt}} = I_{\text{ktdm}}$: thì $\cos\varphi = 1$ Động cơ không tiêu thụ Q từ lưới.
 - * Khi $I_{\text{kt}} > I_{\text{ktdm}}$: thì $-1 < \cos\varphi < 0$ Động cơ sản xuất Q cho lưới.

Nhược điểm : Động cơ đồng bộ có cấu tạo phức tạp, giá thành cao, mở máy khó và cần có nguồn một chiều riêng .

Công suất phản kháng

$$Q = m.U.I.\sin\varphi$$

$$= m.U.(E_0.\cos\varphi - U)$$



4. Hệ số $\cos\varphi$ của ĐC phụ thuộc vào dòng điện kích từ :

- * Khi $I_{kt} < I_{kt\text{đm}}$: thì $0 < \cos\varphi < 1$ ĐC tiêu thụ Q từ lưới
- * Khi $I_{kt} = I_{kt\text{đm}}$: thì $\cos\varphi = 1$ ĐC không tiêu thụ Q từ lưới
- * Khi $I_{kt} > I_{kt\text{đm}}$: thì $-1 < \cos\varphi < 0$ ĐC sản xuất Q cho lưới