

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ĐỀ CƯƠNG BÀI GIẢNG
LÝ THUYẾT

Môn học : Truyền động điện và ứng dụng

Lớp : 22C2B – CĐT1 Khoá : 2022C2

Họ và tên giảng viên: Đỗ Huỳnh Thanh Phong

Năm học: 2022 – 2023

ĐỀ CƯƠNG BÀI GIẢNG

BÀI : ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

A. Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- *Kiến thức:*
 - + Nêu được các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.
 - + Trình bày được nguyên tắc của các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.
- *Kỹ năng:*
 - + Nhận dạng được các thiết bị thường sử dụng để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.
 - + Phân tích được đặc điểm của các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.
- *Năng lực tự chủ và trách nhiệm:*
 - + Nghiêm túc trong học tập.
 - + Tích cực xây dựng bài.
 - + Cẩn thận khi nhận dạng thiết bị và phân tích đặc điểm.
 - + Ứng dụng phương pháp điều chỉnh phù hợp vào sản xuất thực tế.

B. Đồ dùng và phương tiện dạy học:

- Trình Chiếu Power Point bài giảng, giáo trình truyền động điện và ứng dụng, phiếu đánh giá tiết học lý thuyết, bảng phân.

C. Nội dung bài giảng:

Trong công nghiệp thường sử dụng các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ sau:

1. Điều chỉnh tần số nguồn điện cung cấp.
2. Sử dụng hộp giảm tốc.
3. Điều chỉnh số đôi cực của dây quấn stator.
4. Điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ.
5. Điều chỉnh điện trở mạch điện rotor.
6. Điều chỉnh công suất trượt.

3.5.1 Điều chỉnh tần số nguồn điện cung cấp.

- ❖ Cơ sở điều khiển

Từ biểu thức tốc độ động cơ không đồng bộ

$$n = \frac{60f}{p} (1-s)$$

Nếu thay đổi tần số f của nguồn điện cấp cho động cơ thì tốc độ của động cơ có thể được điều chỉnh vô cấp. Đối với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc chỉ có điều chỉnh tần số mới thực hiện điều chỉnh tốc độ vô cấp trong dải rộng.

❖ Nguyên tắc điều khiển

Nếu giảm tần số nguồn điện và giữ nguyên độ lớn điện áp đặt vào stator thì từ thông qua động cơ sẽ tăng lên đến giá trị bão hòa và động cơ không thể phát huy hiệu quả moment cực đại khi dòng điện tăng, hệ số quá tải giảm, tổn hao thép tăng lên làm động cơ phát nóng.

Để tránh hiện tượng trên thì điện áp đặt vào stator cần được thay đổi cùng với tần số f sao cho từ thông không đổi và bằng định mức

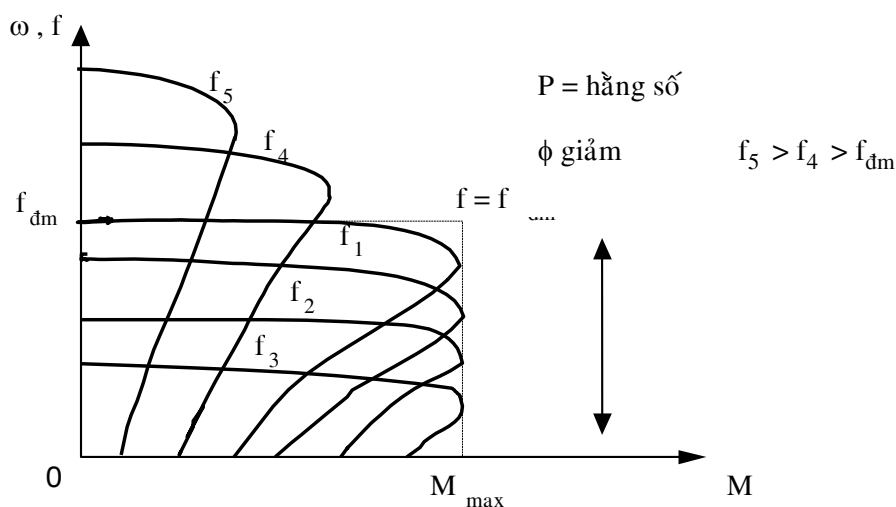
$$\frac{U_1}{f} = \frac{\phi_{dm}}{k_1} = \text{hằng số.}$$

Đây là nguyên tắc điều chỉnh từ thông không đổi.

Nếu tăng tần số nguồn điện và giữ nguyên độ lớn điện áp đặt vào stator thì từ thông qua động cơ sẽ giảm và động cơ làm việc ở chế độ non kích từ dẫn đến moment cực đại sẽ giảm.

Để tránh hiện tượng quá tải moment động cơ sẽ được điều chỉnh theo nguyên lý công suất không đổi.

$P = \text{hằng số}$ khi từ thông suy giảm.

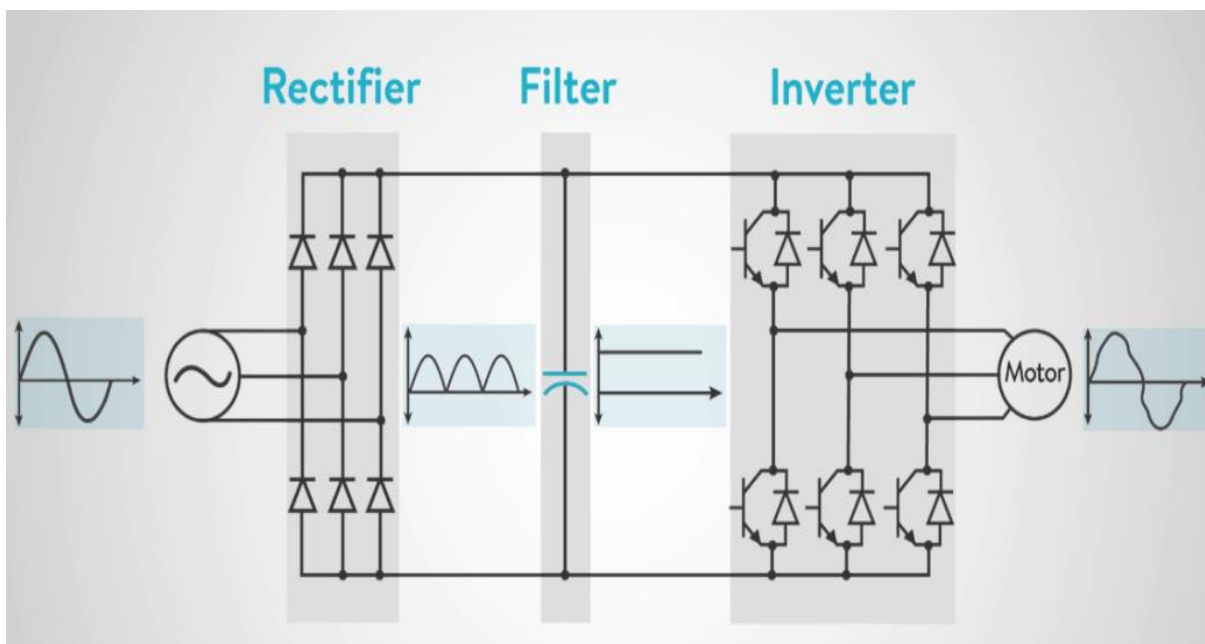


Hình 1: Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi điều chỉnh tần số.

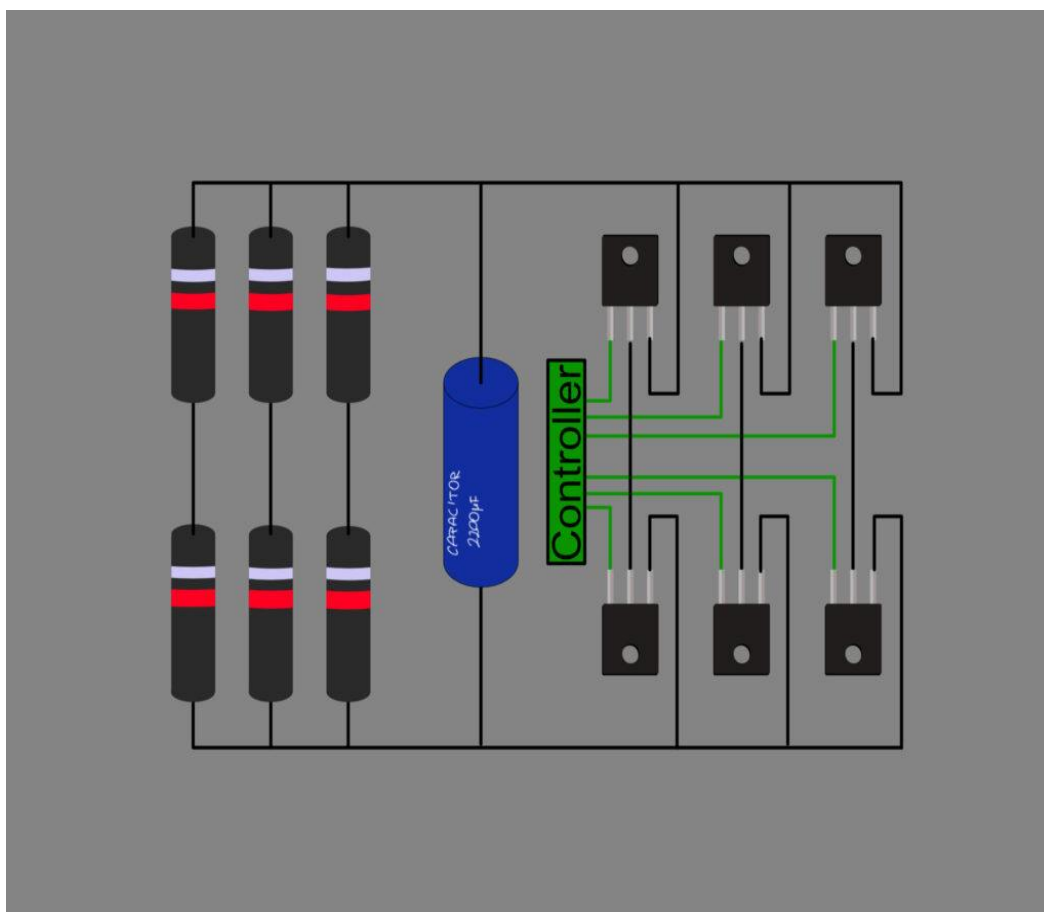
❖ Thiết bị dùng để điều khiển



Hình 2: Biến tần điều chỉnh tần số nguồn điện

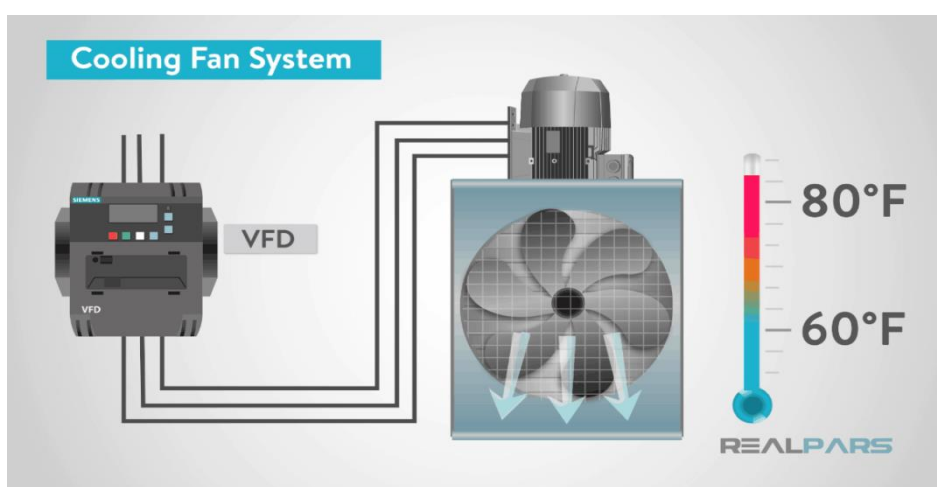


Hình 3: Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của biến tần

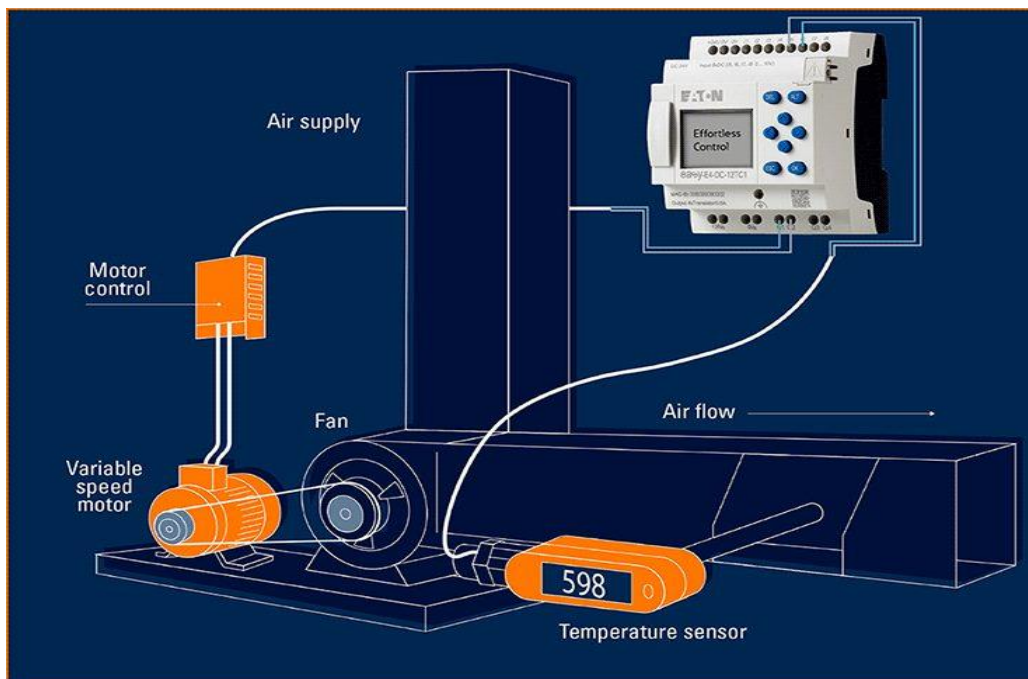


Hình 4: Sơ đồ cấu tạo của biến tần

- ❖ Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tần số nguồn điện:
 - Tốc độ động cơ được điều chỉnh vô cấp.
 - Phạm vi điều chỉnh rộng.
 - Bộ biến tần đáp ứng tốc độ tác động nhanh, độ chính xác cao, hiệu suất cao nhưng mạch điều khiển phức tạp, giá thành cao.
- ❖ Ứng dụng thực tế



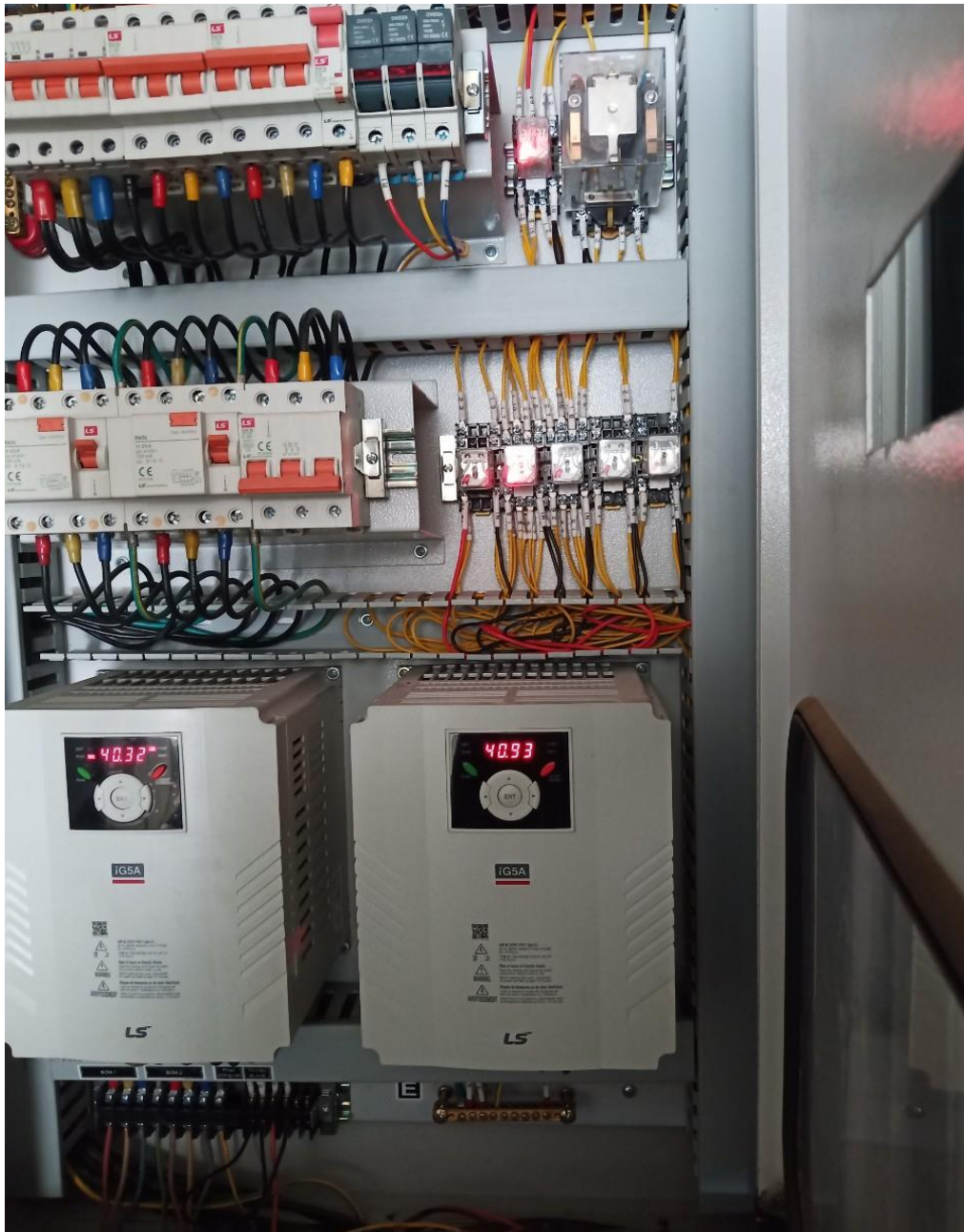
Hình 5: Ứng dụng biến tần điều chỉnh tốc độ quạt



Hình 6: Ứng dụng biến tần điều chỉnh tốc độ quạt trong hệ HVAC



Hình 7: Biến tần Fuji điều chỉnh tốc độ quạt trong hệ HVAC tại AEON Tân Phú.



Hình 8: Biến tần LS điều chỉnh tốc độ 2 bơm tăng áp hoạt động luân phiên tại chung cư Sài Gòn Gate way – TP Thủ Đức.

3.5.2 Sử dụng hộp giảm tốc.

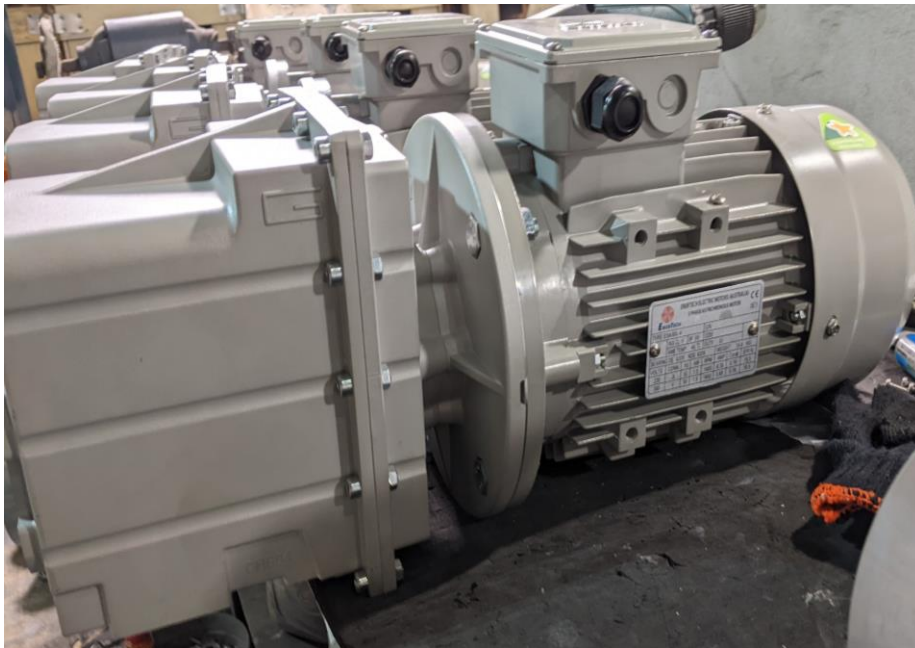
❖ Cơ sở điều khiển

Khi muốn điều chỉnh số vòng quay của trục động cơ thì có thể sử dụng hộp giảm tốc để tiến hành lắp thêm lên phía trên của trục động cơ điện. Điều đó cũng làm thay đổi số vòng quay của trục để tạo nên sự linh hoạt hơn cho động cơ trong ứng dụng sản xuất ra sản phẩm.

❖ Nguyên tắc điều khiển

Tỷ số truyền động i : $n' = n/i$

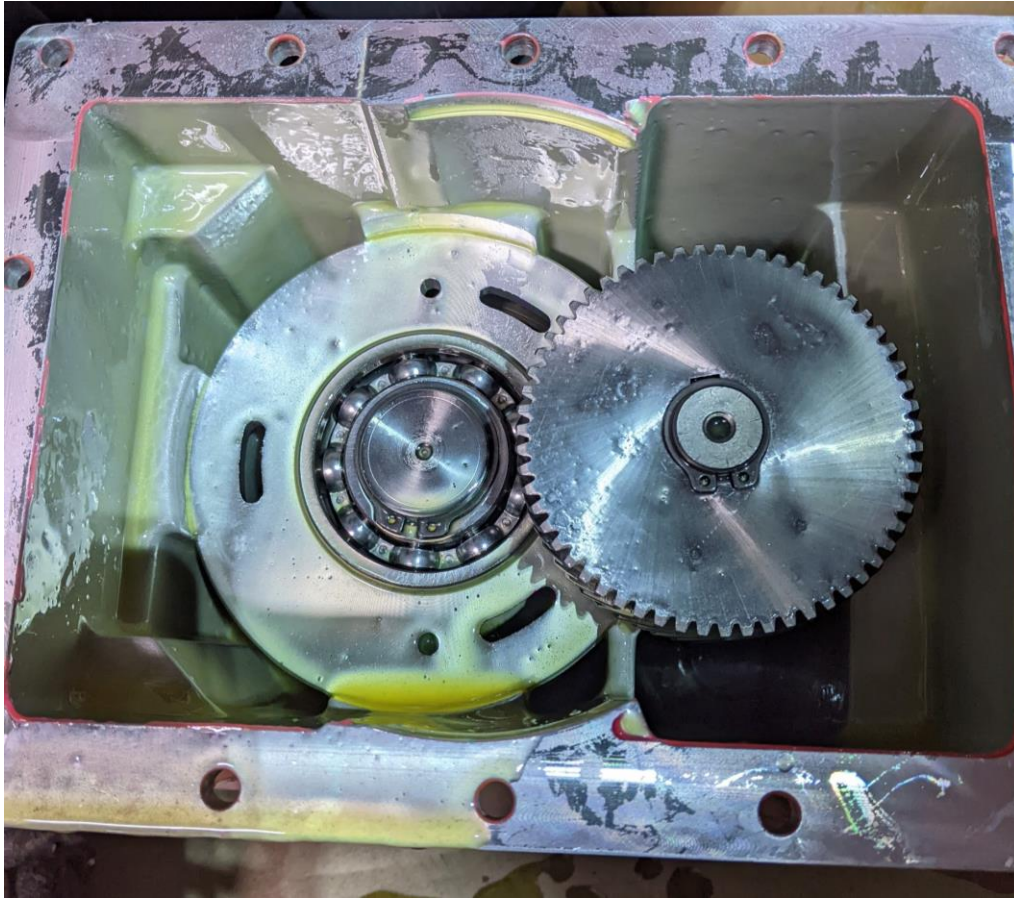
❖ Thiết bị điều khiển



Hình 9: Động cơ không đồng bộ đã được gắn thêm hộp giảm tốc



Hình 10: Hộp giảm tốc hãng TRANSTECNO



Hình 11: Cấu tạo bên trong hộp giảm tốc

❖ Đặc điểm điều khiển

- Việc điều chỉnh đơn giản.
- Tốn chi phí cho bộ giảm tốc nhưng chi phí thấp hơn biến tần.
- Không tiêu hao năng lượng phụ.
- Không ảnh hưởng độ cứng đặc tính cơ.
- Phạm vi điều chỉnh rất hạn chế.

❖ Ứng dụng thực tế:

Hộp giảm tốc ứng dụng rất nhiều trên thực tế trong điều khiển băng tải ngành chăn nuôi, máy đánh bóng, máy trộn, máy khuấy, quạt nuôi tôm công nghiệp....



Hình 12: Động cơ không đồng bộ có hộp giảm tốc để điều khiển băng tải ngành chăn nuôi

3.5.3 Điều chỉnh số đôi cực của dây quấn stator

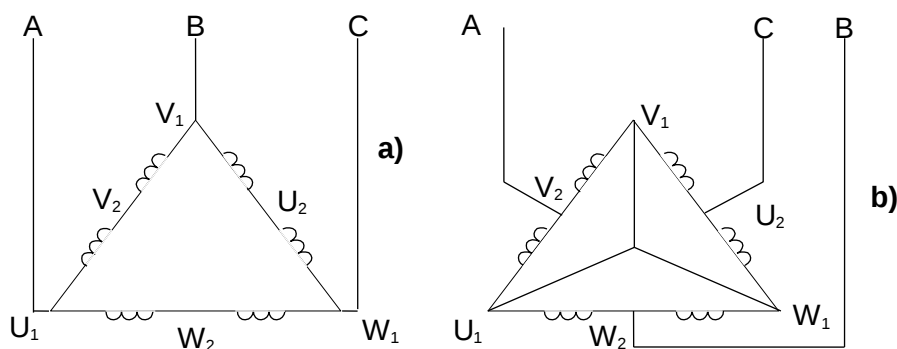
❖ Cơ sở điều khiển

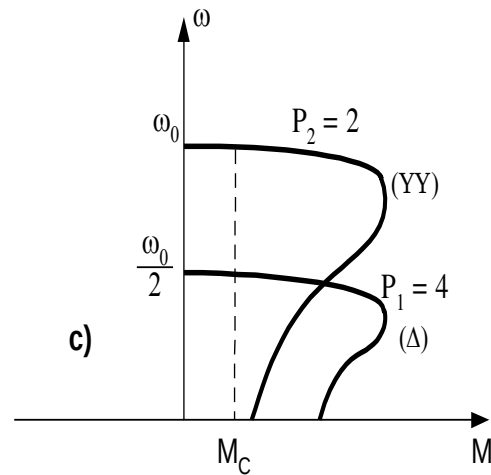
Phương pháp này được dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên cơ sở $n_o = \frac{60f}{p}$

❖ Nguyên tắc điều khiển

Nếu số đôi cực p thay đổi thì tốc độ từ trường thay đổi dẫn đến tốc độ động cơ cũng thay đổi theo. Động cơ thay đổi được số đôi cực là động cơ được chế tạo đặc biệt để cuộn dây stator có thể thay đổi được cách đấu nối tương ứng với các số đôi cực khác nhau. Sự tương tác giữa từ thông cuộn dây stator với các thanh dẫn trên cuộn rotor chỉ có thể thực hiện để sinh ra moment quay khi số đôi cực của stator bằng số đôi cực của rotor. Điều này khó thực hiện đối với rotor dây quấn nhưng rotor lồng sóc có khả năng tự thay đổi số đôi cực tương ứng với stator.

❖ Thiết bị điều khiển





Hình 13: Đối nối Δ/YY theo tỉ lệ 2:1 và đặc tính cơ tương ứng

❖ Đặc điểm điều khiển

- Việc điều chỉnh đơn giản.
- Không tiêu hao năng lượng phụ.
- Không ảnh hưởng độ cứng đặc tính cơ.
- Phạm vi điều chỉnh rất hạn chế.
- Không tốn thêm thiết bị.
- Độ nhảy cấp lớn.

❖ Ứng dụng thực tế

Phương pháp này được sử dụng trong các máy không cần độ chính xác cao như quạt gió (quạt hút khói tầng hầm chung cư khi có cháy), máy nâng.

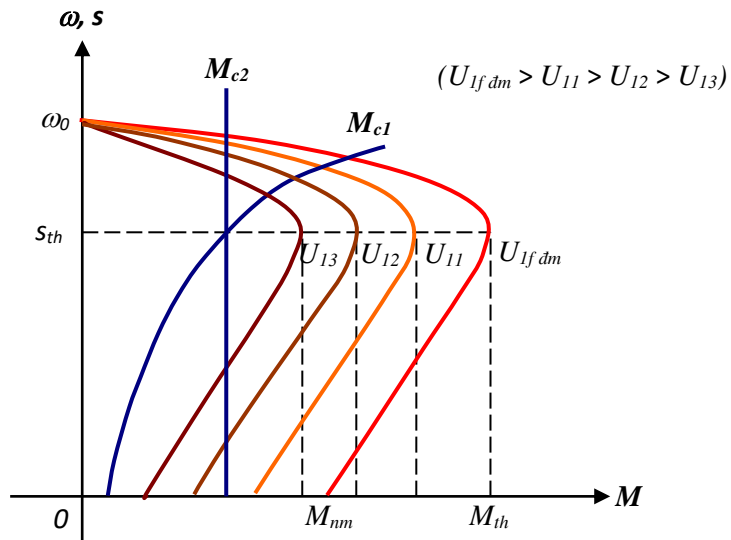
3.5.4 Điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ.

❖ Cơ sở điều khiển

$$M = \frac{3.U_{1f}^2 \cdot R_2'}{s \cdot \omega_0 \cdot \left[\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + X_{nm}^2} \right]^2} = \frac{3.U_{1f}^2 \cdot R_2'}{s \cdot \omega_0 \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + X_{nm}^2 \right]}$$

Moment quay của động cơ không đồng bộ tỷ lệ với bình phương điện áp đặt vào dây quấn stator, do đó có thể điều chỉnh moment quay và tốc độ của động cơ bằng phương pháp điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ.

❖ Nguyên tắc điều khiển



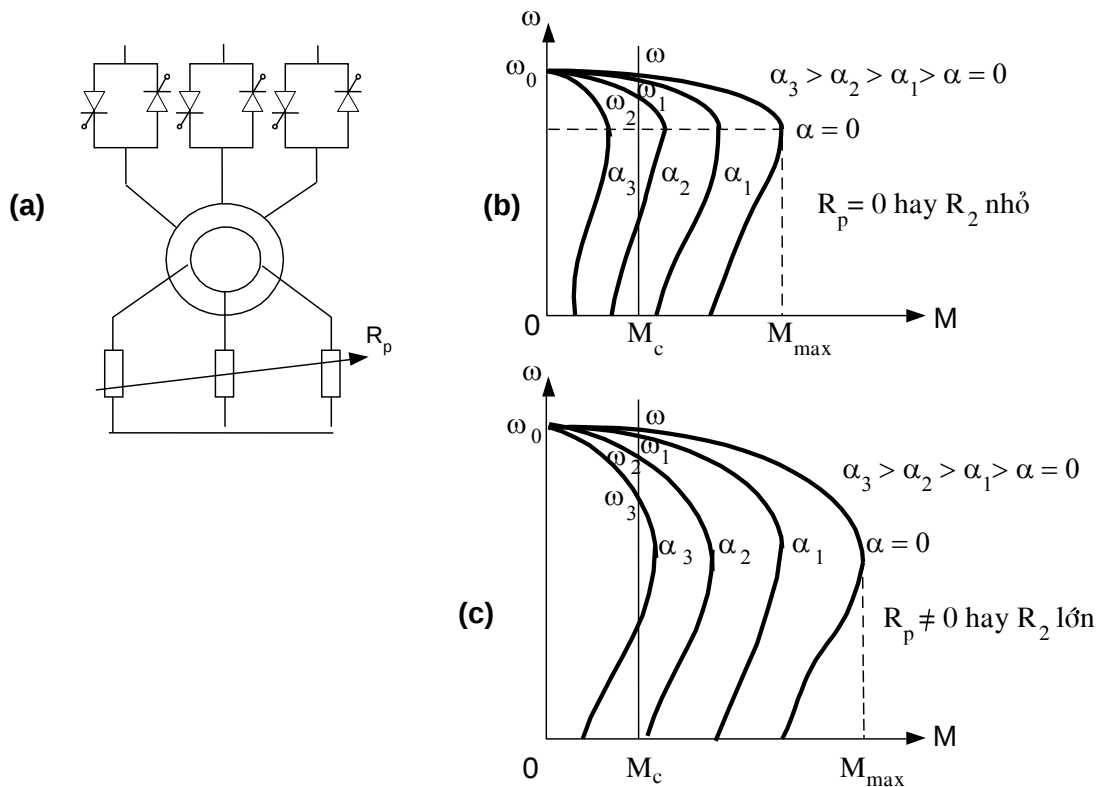
Hình 13: Đặc tính cơ khi giảm điện áp đặt vào dây quấn stator

❖ Thiết bị điều khiển

Việc điều chỉnh điện áp có thể thực hiện bằng cách điều chỉnh biến trở nối giữa động cơ và nguồn điện hoặc điều chỉnh điện áp thứ cấp của máy biến áp tự ngẫu 3 pha.

Điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ theo các cách trên sẽ làm tiêu hao năng lượng trên phần tử điều chỉnh. Để khắc phục nhược điểm này người ta thường dùng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều bằng thyristor.





Hình 14: Điều chỉnh điện áp đặt vào stator động cơ không đồng bộ rotor dây quấn sử dụng bộ biến đổi điện áp xoay chiều bằng biến áp và bằng thyristor.

❖ Đặc điểm điều khiển

- Điện áp chỉ thay đổi được về phía giảm dưới giá trị định mức.
- Khi điện áp đặt vào động cơ giảm, tốc độ động cơ giảm thì độ cứng đặc tính cơ giảm dẫn đến độ ổn định tốc độ kém.

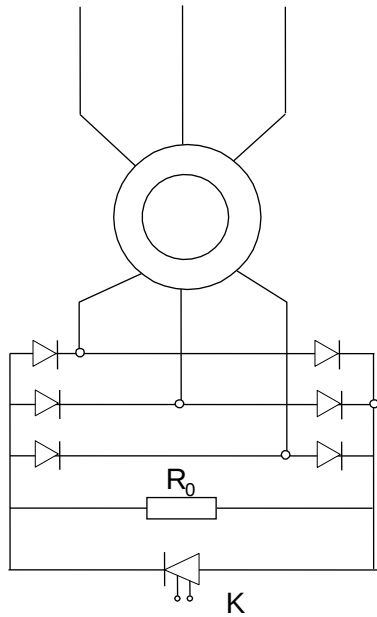
❖ Ứng dụng thực tế:

Phương pháp này thích hợp với các hệ truyền động mà moment cản của phụ tải là hàm tăng theo tốc độ như: quạt gió, bơm ly tâm.

3.5.5 Điều chỉnh điện trở mạch điện rotor.

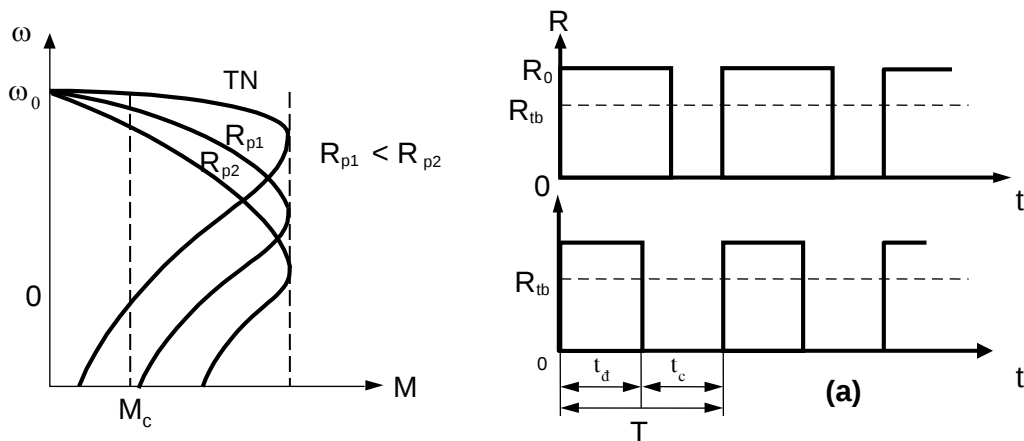
Phương pháp này chỉ áp dụng với động cơ không đồng bộ rotor dây quấn. Việc thay đổi điện trở phụ có thể thực hiện bằng một trong các phương pháp sau:

- Phân đoạn các điện trở phụ bằng các tiếp điểm contactor.
- Biến trở 3 pha.
- Xung điện trở.



Hình 15: Sơ đồ nguyên lý dùng phương pháp xung điện trở đối với động cơ rotor dây quấn
 Trong phương pháp xung điện trở sức điện động 3 pha của dây quấn rotor được biến đổi thành điện áp chỉnh lưu nhờ cầu chỉnh lưu 3 pha để cung cấp cho mạch điều khiển gồm điện trở mắc song song với khóa K.

- Khi khóa K ngắt thì $R_p = R_0$
- Khi khóa K thông thì $R_p = 0$

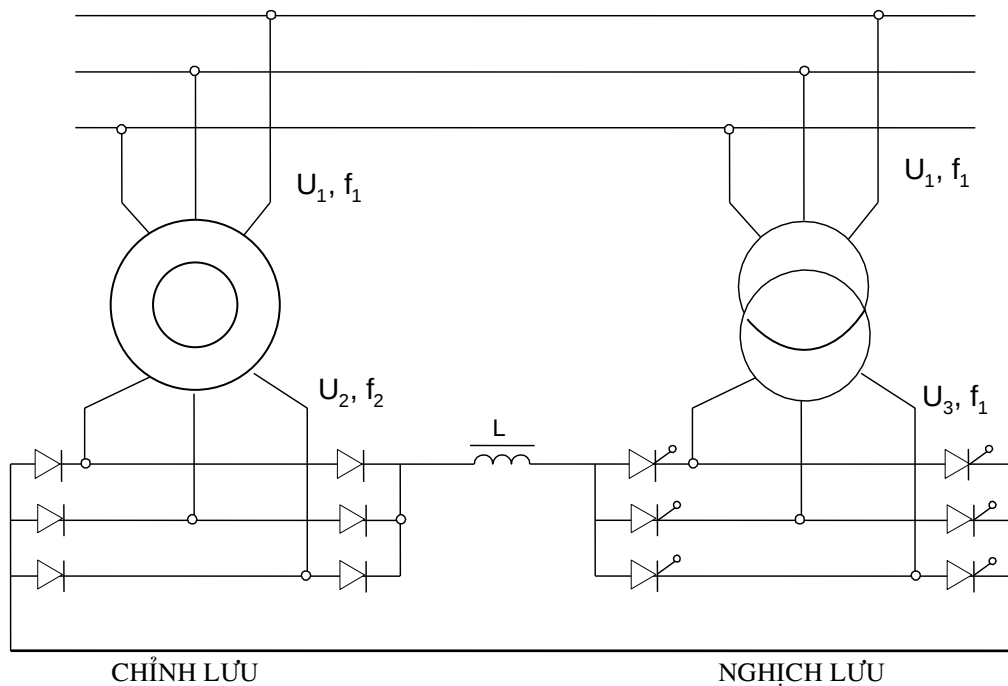


Hình 16: Đặc tính cơ khi dùng phương pháp xung điện trở đối với động cơ rotor dây quấn
 Phương pháp điều chỉnh điện trở phụ của mạch điện rotor có đặc điểm:

- Chỉ cho phép thay đổi tốc độ về phía giảm so với tốc độ định mức.
- Tốc độ càng giảm thì độ ổn định tốc độ càng kém.
- Dải điều chỉnh phụ thuộc vào moment tải, moment tải càng nhỏ thì dải điều chỉnh càng hẹp.
- Khi điều chỉnh tốc độ nhỏ thì độ trượt động cơ tăng và tổn hao năng lượng càng lớn.

3.5.6 Điều chỉnh công suất trượt.

Phương pháp này chỉ áp dụng cho động cơ không đồng bộ rotor dây quấn. Khi điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện trở phụ mạch rotor thì công suất trượt $P_s = s \cdot P_{dt}$ được tiêu tán trên điện trở phụ mạch rotor. Đối với các hệ truyền động công suất lớn tổn hao này là rất lớn do đó với mục đích vừa điều chỉnh tốc độ động cơ vừa tận dụng được công suất trượt người ta sử dụng sơ đồ điều chỉnh công suất trượt gọi là sơ đồ nối tầng. Trong các sơ đồ này bộ biến đổi công suất có nhiệm vụ trả năng lượng trượt về lưới điện xoay chiều.



Hình 17: Sơ đồ nối tầng đối với động cơ rotor dây quấn

Trên sơ đồ hình 17, sức điện động rotor của động cơ có tần số f nhỏ hơn tần số nguồn cung cấp sẽ được chỉnh lưu thành điện áp một chiều qua điện kháng L cấp cho bộ nghịch lưu biến đổi thành nguồn điện xoay chiều có giá trị điện áp và tần số bằng với giá trị điện áp và tần số của lưới điện thông qua biến áp trả năng lượng trượt về lưới điện.

Khi điều chỉnh góc mở của các thyristor trong bộ nghịch lưu thì tốc độ động cơ sẽ thay đổi tương ứng.

