

LỜI NÓI ĐẦU

Trong các ngành công nghiệp, động cơ điện không đồng bộ được sử dụng phổ biến bởi tính chất đơn giản và tin cậy trong thiết kế chế tạo và sử dụng. Tuy nhiên khi sử dụng động cơ không đồng bộ trong sản xuất đặc biệt với các động cơ có công suất lớn ta cần chú ý tới quá trình khởi động động cơ do khi khởi động roto ở trạng thái ngắn mạch, dẫn đến dòng điện khởi động và momen khởi động lớn, nếu không có biện pháp khởi động thích hợp có thể không khởi động được động cơ hoặc gây nguy hiểm cho các thiết bị khác trong hệ thống điện. Vấn đề khởi động động cơ điện không đồng bộ đã được nghiên cứu từ lâu với các biện pháp khá hoàn thiện để giảm dòng điện và moment khởi động.

Đề tài tốt nghiệp: “**Điều khiển tốc độ động cơ 3 pha lồng sóc bằng biến tần**”. Được trình bày trình bày trong ba nội dung :

Chương 1: Tổng quan về động cơ không đồng bộ ba pha và các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ.

Chương 2 : Tìm hiểu chung về biến tần.

Chương 3 : Kết nối biến tần LS IG5A với động cơ dị bộ ba pha lồng sóc

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn giảng viên **Th.S Nguyễn Đoàn Phong** đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành đề án này.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2013

Sinh viên thực hiện

Bùi Đức Trọng

CHƯƠNG 1.

KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ

1.1. MỞ ĐẦU

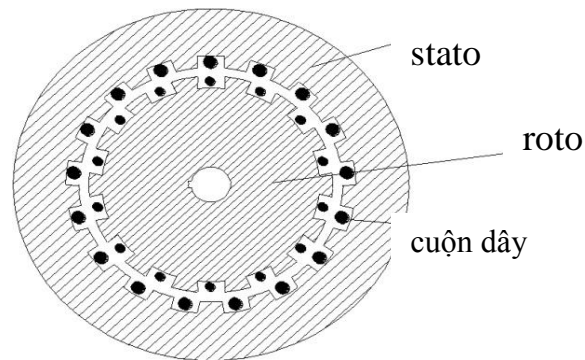
Loại máy điện quay đơn giản nhất là loại máy điện không đồng bộ (dị bộ). Máy điện dị bộ có thể là loại một pha, hai pha hoặc ba pha, nhưng phần lớn máy điện dị bộ ba pha, có công suất từ một vài W tới vài MW, có điện áp từ 100V đến 6000V.

Căn cứ vào cách thực hiện rotor, người ta phân biệt hai loại: loại có rotor ngắn mạch và loại có rotor dây quấn. Cuộn dây rotor dây quấn là cuộn dây cách điện, thực hiện theo nguyên lý của cuộn dây dòng xoay chiều.

Cuộn dây rotor ngắn mạch gồm một lồng bằng nhôm đặt trong các rãnh của mạch từ rotor, cuộn dây ngắn mạch là cuộn dây nhiều pha có số pha bằng số rãnh. Động cơ rotor ngắn mạch có cấu tạo đơn giản và rẻ tiền, còn máy điện rotor dây quấn đắt hơn, nặng hơn nhưng có tính năng động tốt hơn, do đó có thể tạo các hệ thống khởi động và điều chỉnh.

1.2. CẤU TẠO

Máy điện quay nói chung và máy điện không đồng bộ nói riêng gồm hai phần cơ bản: phần quay (rotor) và phần tĩnh (stato). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe hở không khí.



Hình 1.1. Cấu tạo động cơ không đồng bộ

1.2.1. Cấu tạo của stato

Stato gồm 2 phần cơ bản: mạch từ và mạch điện.

a. Mạch từ:

Mạch từ của stato được ghép bằng các lá thép điện có chiều dày khoảng 0,3-0,5mm, được cách điện hai mặt để chống dòng Fuco. Lá thép stato có dạng hình vành khăn, phía trong được đục các rãnh. Để giảm dao động từ thông, số rãnh stato và rotor không được bằng nhau. Mạch từ được đặt trong vỏ máy. Ở những máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần được ghép lại với nhau thành hình trụ bằng các lá thép nhằm tăng khả năng làm mát của mạch từ. Vỏ máy được làm bằng gang đúc hay gang thép, trên vỏ máy có đúc các gân tản nhiệt. Để tăng diện tích tản nhiệt. Tùy theo yêu cầu mà vỏ máy có để gắn vào bộ máy hay nền nhà hoặc vị trí làm việc. Trên đỉnh có móc để giúp di chuyển thuận tiện. Ngoài vỏ máy còn có nắp máy, trên nắp máy có giá đỡ ổ bi. Trên vỏ máy gắn hộp đấu dây.

b. Mạch điện:

Mạch điện là cuộn dây máy điện đã trình bày ở phần trên.

1.2.2. Cấu tạo của rotor

a. Mạch từ:

Giống như mạch từ stato, mạch từ rotor cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật

cách điện đối với nhau. Rãnh của rotor có thể song song với trục hoặc nghiêng đi một góc nhất định nhằm giảm dao động từ thông và loại trừ một số sóng bậc cao. Các lá thép điện kỹ thuật được gắn với nhau thành hình trụ, ở tâm lá thép mạch từ được đục lỗ để xuyên trục, rotor gắn trên trục. Ở những máy có công suất lớn rotor còn được đục các rãnh thông gió dọc thân rotor.

b. Mạch điện:

Mạch điện rotor được chia thành hai loại: loại rotor lồng sóc và loại rotor dây quấn.

Loại rotor lồng sóc (ngắn mạch):

Mạch điện của loại rotor này được làm bằng nhôm hoặc đồng thau. Nếu làm bằng nhôm thì được đúc trực tiếp và rãnh rotor, hai đầu được đúc hai vòng ngắn mạch, cuộn dây hoàn toàn ngắn mạch, chính vì vậy gọi là rotor ngắn mạch. Nếu làm bằng đồng thì được làm thành các thanh dẫn và đặt vào trong rãnh, hai đầu được gắn với nhau bằng hai vòng ngắn mạch cùng kim loại. Bằng cách đó hình thành cho ta một cái lồng chính vì vậy loại rotor này có tên rotor lồng sóc. Loại rotor ngắn mạch không phải thực hiện cách điện giữa dây dẫn và lõi thép.

Loại rotor dây quấn:

Mạch điện của loại rotor này thường được làm bằng đồng và phải cách điện với mạch từ. Cách thực hiện cuộn dây này giống như thực hiện cuộn dây máy điện xoay chiều đã trình bày ở phần trước. Cuộn dây rôto dây quấn có số cặp cực và pha cố định. Với máy điện ba pha, thì ba đầu cuối được nối với nhau ở trong máy điện, ba đầu còn lại được dẫn ra ngoài và gắn vào ba vành trượt đặt trên trục rôto, đó là tiếp điểm nối với mạch ngoài.

1.2.3. Nguyên lý hoạt động

Động cơ làm việc dựa vào định luật về luật điện từ F tác dụng lên thanh dẫn có chiều dài l khi nó có dòng điện I và nằm trong từ trường có từ cảm B .

Chiều và độ lớn của lực F được xác định theo tích véc tơ $F=i.l.B$. Đó chính là định luật cơ bản của động cơ biến đổi điện năng thành cơ năng.

Khi động cơ được cấp điện, dòng điện trong dây quấn stato sinh ra trong lõi sắt stato một từ trường quay với tốc độ đồng bộ

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-1)$$

(f_1 là tần số dòng điện lưới đưa vào, p là số đôi cực của máy)

Khi từ trường này quét qua thanh dẫn nhiều pha tự ngắn mạch đặt trên lõi sắt roto và cảm ứng trong thanh dẫn đó sức điện động và dòng điện. Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stato tạo thành từ thông tổng ở khe hở. Dòng điện trong thanh dẫn roto tác dụng với từ thông khe hở này sinh ra mômen. Tác dụng đó làm cho roto quay với vận tốc không đồng bộ n ($n < n_1$). Để chỉ phạm vi tốc độ của động cơ người ta dùng hệ số trượt s , theo định nghĩa hệ số trượt bằng:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad \text{hay} \quad s\% = \frac{n_1 - n}{n_1} \times 100 \quad (1-2)$$

Như vậy khi bắt đầu mở máy $n = 0$ nên $s = 1$, khi $n \approx n_1$ thì độ trượt $s = 0$

1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1.3.1. Đặt vấn đề

Theo yêu cầu của sản phẩm, động cơ điện lúc làm việc thường phải khởi động và dừng máy nhiều lần. Tùy theo tính chất của tải và tình hình của lưới mà yêu cầu về khởi động đối với động cơ điện khác nhau. Có khi yêu cầu mômen khởi động dòng lớn, có khi cần hạn chế dòng điện khởi động và có khi cần cả 2. Những yêu cầu trên đòi hỏi phải có tính năng khởi động thích ứng.

Trong nhiều trường hợp do phương pháp khởi động hay do chọn động cơ có tính năng khởi động không thích đáng nên thường gây nên những sự cố không mong muốn.

Nói chung khi khởi động động cơ cần xét đến để thích ứng với đặc tính

cơ của tải.

- Phải có mômen khởi động đủ lớn để thích ứng với đặc tính cơ của tải
- Dòng điện khởi động càng nhỏ càng tốt
- Phương pháp khởi động và thiết bị cần dùng đơn giản, rẻ tiền, chắc chắn
- Tổn hao công suất trong quá trình khởi động càng thấp càng tốt.

Những yêu cầu trên thường mâu thuẫn với nhau, khi yêu cầu dòng điện khởi động nhỏ thường làm cho momen khởi động giảm theo hoặc cần các thiết bị phụ tải đắt tiền. Vì vậy căn cứ vào điều kiện làm việc cụ thể mà chọn phương pháp khởi động thích hợp.

Với động cơ không đồng bộ hiện nay có các phương pháp sau :

- Khởi động trực tiếp
- Khởi động bằng phương pháp hạ điện áp đặt vào stator động cơ:
 - + Phương pháp khởi động sử dụng cuộn kháng
 - + Phương pháp khởi động sử dụng biến áp tự ngẫu
 - + Phương pháp khởi động đổi nối Sao-Tam giác
 - + Phương pháp khởi động động cơ roto dây quấn
 - + Khởi động bằng phương pháp tần số

1.3.2. Khởi động động cơ dị bộ

a) Khởi động trực tiếp

Khởi động là quá trình đưa động cơ đang ở trạng thái nghỉ (đứng im) vào trạng thái làm việc quay với tốc độ định mức.

Khởi động trực tiếp, là đóng động cơ vào lưới không qua một thiết bị phụ nào. Việc cấp một điện áp định mức cho stato động cơ dị bộ rotor lồng sóc hoặc động cơ dị bộ ro to dây quấn nhưng cuộn dây rotor nối tắt, khi rotor chưa kịp quay, thực chất động cơ làm việc ở chế độ ngắn mạch. Dòng động cơ rất lớn, có thể gấp dòng định mức từ 4 đến 8 lần. Tuy dòng khởi động lớn như vậy nhưng mô men khởi động lại nhỏ do hệ số công suất $\cos\varphi_0$ rất nhỏ ($\cos\varphi_0 = 0,1 - 0,2$), mặt khác khi khởi động, từ thông cũng bị giảm do điện áp

giảm làm cho mô men khởi động càng nhỏ.

Dòng khởi động lớn gây ra 2 hậu quả sau:

- Nhiệt độ máy tăng vì tổn hao lớn, nhiệt lượng toả ra ở máy nhiều (đặc biệt ở các máy có công suất lớn hoặc máy thường xuyên phải khởi động)

Vì thế trong sổ tay kỹ thuật sử dụng máy bao giờ cũng cho số lần khởi động tối đa, và điều kiện khởi động.

- Dòng khởi động lớn làm cho sụt áp lưới điện lớn, gây trở ngại cho các phụ tải cùng làm việc với lưới điện.

Vì những lý do đó khởi động trực tiếp chỉ áp dụng cho các động cơ có công suất nhỏ so với các công suất của nguồn, và khởi động nhẹ (moment cản trên trục động cơ nhỏ). Khi khởi động nặng người ta không dùng phương pháp này.

b) Khởi động dùng phương pháp giảm dòng khởi động

Dòng khởi động của động cơ xác định bằng biểu thức:

$$I_{ngm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (1-3)$$

Từ biểu thức này chúng ta thấy để giảm dòng khởi động ta có các phương pháp sau:

-Giảm điện áp nguồn cung cấp

-Đưa thêm điện trở vào mạch rotor

-khởi động bằng thay đổi tần số.

-Giảm điện áp

Người ta dùng các phương pháp sau đây để giảm điện áp khởi động:dùng cuộn kháng, dùng biến áp tự ngẫu và thực hiện đổi nối sao-tam giác

Đặc điểm chung của các phương pháp giảm điện áp là cùng với việc giảm dòng khởi động, mô men khởi động cũng giảm.

*** Khởi động bằng phương pháp tần số.**

Do sự phát triển của công nghệ điện tử, ngày nay người ta đã chế tạo được

các bộ biến tần có tính chất kỹ thuật cao và giá thành rẻ, do đó ta có thể áp dụng phương pháp khởi động bằng tần số. Thực chất của phương pháp này như sau: Động cơ được cấp điện từ bộ biến tần tĩnh, lúc đầu tần số và điện áp nguồn cung cấp có giá trị rất nhỏ, sau khi đóng động cơ vào nguồn cung cấp, ta tăng dần tần số và điện áp nguồn cung cấp cho động cơ, tốc độ động cơ tăng dần, khi tần số đạt giá trị định mức, thì tốc độ động cơ đạt giá trị định mức. Phương pháp khởi động này đảm bảo dòng khởi động không vượt quá giá trị dòng định mức.

1.4. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1.4.1. Thống kê năng lượng của động cơ

Về nguyên lý, máy điện không đồng bộ có thể làm việc như máy phát điện hoặc động cơ không đồng bộ. Ở chế độ làm việc động cơ, năng lượng điện được cung cấp từ lưới điện và chuyển sang rotor bằng từ trường quay. Dòng năng lượng được biểu diễn như sau :

$$\text{Công suất nhận từ lưới điện: } P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (1-10)$$

Ở stato, năng lượng bị mất một phần do tổn hao ở điện trở cuộn dây (ΔP_{Cu1}) và trong lõi thép (ΔP_{Fe1}). Vậy công suất điện từ chuyển từ stato sang rotor như sau:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{Cu1} - \Delta P_{Fe1} \quad (1-11)$$

Trong đó $\Delta P_{Cu1} = m_1 I_1^2 R$, $\Delta P_{Fe1} = m_1 I_{Fe}^2 R_{Fe}$. Tổn hao thép phụ thuộc vào tần số. Tổn hao lõi thép phía rotor bỏ qua, vì khi làm việc định mức tần số $f_2 = (1 - 3)Hz$. Công suất điện từ chuyển sang rotor sẽ ứng với công suất tác dụng sinh ra ở điện trở R_2/s vậy:

$$P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2}{s} = m_1 I_2'^2 R_2 + m_1 I_2'^2 R_2 \frac{1-s}{s} \quad (1-12)$$

Thành phần thứ nhất là tổn hao đồng ở cuộn dây rotor:

$$\Delta P_{Cu2} = m_1 I_2'^2 R_2 = m_2 I_2^2 R_2 \quad (1-13)$$

Phần công suất còn lại được chuyển sang công cơ học trên trục động cơ

vậy:

$$P_{c\sigma} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} = m_1 I_2'^2 R_2 \frac{1-s}{s} \quad (1-14)$$

Công suất cơ được chuyển sang công suất hữu ích P_2 và tổn hao cơ các loại ($\Delta P_{C\sigma}$) như: ma sát ổ bi, quạt gió, ma sát rotor với không khí v.v. ngoài ra còn tổn hao phụ do sóng bậc cao, do mạch từ có răng (ΔP_p). Tổn hao phụ rất nhỏ ($\Delta P_p \approx 0,005P_1$).

Vậy công suất hữu ích tính như sau:

$$P_2 = P_{c\sigma} - \Delta P_{c\sigma} - \Delta P_p \quad (1-15)$$

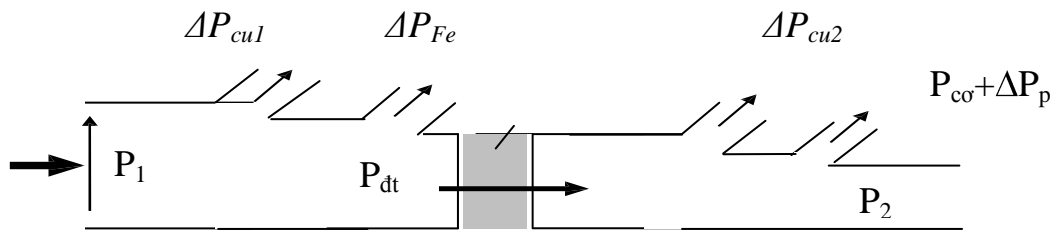
Tổng tổn hao của động cơ có giá trị:

$$\Delta P = \Delta P_{cu1} + \Delta P_{Fe1} + \Delta P_{cu2} + \Delta P_{c\sigma} + \Delta P_p \quad (1-16)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1} \quad (1-17)$$

Sơ đồ năng lượng của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 1.16



Hình 1.16. Sơ đồ năng lượng của động cơ dị bộ

1.4.2. Moment quay (moment điện từ) của động cơ dị bộ.

Công suất cơ học của máy điện không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của rotor (tốc độ cơ): $P_{c\sigma} = M\omega_{c\sigma}$ (1-18)

Do đó mô men điện từ của máy điện không đồng bộ có thể tính được bằng

biểu thức:
$$M = \frac{P_{dt}}{\omega_c} \quad (1-19)$$

Ở đây $\omega_{c\sigma} = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\omega_{tt}}{p} = \frac{2\pi f_1}{p}$ trong đó n tốc độ của rotor tính bằng vòng phút,

ω_{tt} - tốc độ góc quay của từ trường đo bằng rad/giây, p - số đôi cực. Thay

công suất điện từ bằng ta được:

$$M = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \frac{1}{\omega_c} \quad (1-20)$$

Biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ còn có thể nhận được ở dạng khác như sau:

Thay vào một giá trị của I_2' bằng biểu thức và lưu ý E_2' có giá trị như còn $\cos\varphi_2$ tính từ đồ thị véc tơ (hình trên) có giá trị:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}}{\sqrt{\left(R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}\right)^2 + X_2'^2}} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2 s^2}} \quad (1-21)$$

Ta nhận được :

$$M = \frac{pm_1}{\omega_r} \frac{pm_1}{\omega_r} = \frac{4,44k_{cdl}W_1\omega_1f_1m_1p}{2\pi f_1} I_2' \Phi \cos\varphi_2 \quad (1-22)$$

$$\text{Hay : } M = k I_2'^2 \Phi \cos\varphi_2 \quad (1-23)$$

Có dạng của mômen máy điện dòng một chiều, trong đó $k = \frac{4,44k_{cdl}W_1\omega_1f_1m_1p}{2\pi}$

chúng ta có cách khác để tính momen điện từ của máy điện không đồng bộ. Trước hết tính dòng I_2' . Ta dùng sơ đồ tương đương gần đúng.

$$\text{Theo sơ đồ ta có: } I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (1-24)$$

Thay vào (công thức trên) ta được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_r} \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \frac{R_2'}{s} \quad (1-25)$$

Đây là biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ, có giá trị đo bằng [Nm].

1.4.3. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ ba pha.

Đặc tính cơ được định nghĩa là mối quan hệ hàm giữa tốc độ quay và mô

men điện từ của động cơ $n = f(M)$.

Để dựng được mối quan hệ này, trước hết ta nghiên cứu công thức là mối quan hệ $M = f(s)$ và được gọi là đặc tính tốc độ của động cơ. Từ biểu thức ta nhận thấy mối quan hệ giữa mô men và độ trượt là mối quan hệ phi tuyến. Để khảo sát chúng ta hãy tìm cực trị.

Đầu tiên ta tính:
$$\frac{dM}{ds} = 0 \quad (1-26)$$

Sau khi tính đạo hàm mô men rồi, cho bằng 0 ta tìm được độ trượt tới hạn có giá trị sau:
$$s_{th} = \pm \frac{R_2'}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_1^2 + X_2'^2}} \quad (1-27)$$

Ở đây s_{th} là độ trượt tới hạn, tức là giá trị độ trượt ở đó xuất hiện mô men cực đại và cực tiểu. Dấu "+" ứng với chế độ động cơ còn dấu "-", ứng với chế độ máy phát.

Thay s_{th} vào (công thức trên) ta có:

$$M_{max} = \pm \frac{3pU_1^2}{2\omega_u \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_1^2 + X_2'^2} \right]} \quad (1-28)$$

Dấu "+" cho chế độ động cơ, còn dấu trừ cho chế độ máy phát. Để dựng đặc tính $M = f(s)$ ta nhận thấy, khi s nhỏ thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \gg X_1 + X_2'$ do đó có thể bỏ qua $X_1 + X_2'$ ta có mối quan hệ tuyến tính, còn khi s lớn thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \ll X_1 + X_2'$ nên nhận $R_1 + \frac{R_2'}{s} = 0$, ta được $M = k/s$ nó là một hình hypecbol (hình 1.17).

Đường $M = f(s)$ là đường 3 trên hình 1.17.

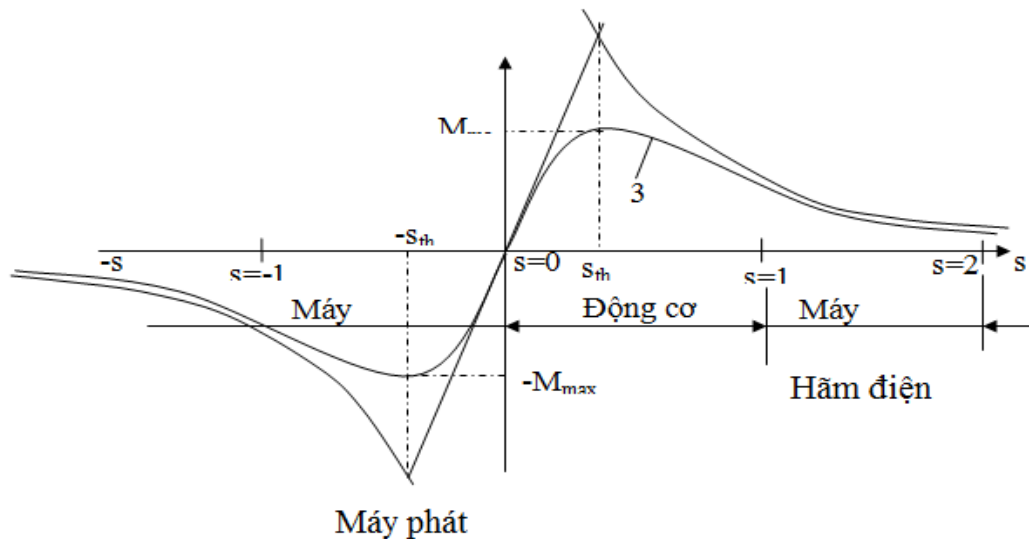
Giữa M và độ trượt còn có thể biểu diễn bởi biểu thức sau:

$$M = \frac{2M_{max}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (1-29)$$

Để dựng đặc tính tốc độ người ta thường dùng công thức này và có tên là công thức Kloss.

Hệ số quá tải là tỷ số giữa mô men cực đại đối với mô men định mức :

$$K_{qt} = \frac{M_{\max}}{M_{dm}}$$



Hình 1.17. đặc tính $M = f(s)$ khi $U_1 = const, f_1 = const$

1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Có nhiều phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ như:

- Điều chỉnh bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rotor R_f .
- Điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp stato.
- Điều chỉnh bằng cách thay đổi số đôi cực từ.
- Điều chỉnh bằng cuộn kháng bão hòa.
- Điều chỉnh bằng phương pháp nối tầng.
- Điều chỉnh bằng cách thay đổi tần số nguồn f_1 .

Trong các phương pháp trên thì phương pháp điều chỉnh bằng cách thay đổi tần số cho phép điều chỉnh cả momen và tốc độ với chất lượng cao nhất, đạt đến mức độ tương đương như điều chỉnh động cơ điện một chiều bằng cách thay đổi điện áp phân ứng. Ngày nay các hệ truyền động sử dụng động cơ không đồng bộ điều chỉnh tần số đang ngày càng phát triển. Sau đây

xin trình bày phương pháp điều chỉnh động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số nguồn f_1 .

1.5.1. Điều chỉnh động cơ dị bộ bằng cách thay đổi tần số nguồn

Như ta đã biết, tốc độ đồng bộ của động cơ phụ thuộc vào tần số nguồn và số đôi cực từ theo công thức:

$$\omega_o = \frac{2\pi f_1}{p} \quad (1-30)$$

Mà ta lại có, tốc độ của rotor động cơ quan hệ với tốc độ đồng bộ theo công thức:

$$\omega = \omega_o(1 - s) \quad (1-31)$$

Do đó bằng việc thay đổi tần số nguồn f_1 hoặc thay đổi số đôi cực từ có thể điều chỉnh được tốc độ của động cơ không đồng bộ. Khi động cơ đã được chế tạo thì số đôi cực từ không thể thay đổi được do đó chỉ có thể thay đổi tần số nguồn f_1 . Bằng cách thay đổi tần số nguồn có thể điều chỉnh được tốc độ của động cơ. Nhưng khi tần số giảm, trở kháng của động cơ giảm theo ($X=2\pi fL$). Kết quả là làm cho dòng điện và từ thông của động cơ tăng lên. Nếu điện áp nguồn cấp không giảm sẽ làm cho mạch từ bị bão hòa và động cơ không làm việc ở chế độ tối ưu, không phát huy được hết công suất. Vì vậy người ta đặt ra vấn đề là khi thay đổi tần số cần có một luật điều khiển nào đó sao cho từ thông của động cơ không đổi. Từ thông này có thể là từ thông stato Φ_1 , từ thông của rotor Φ_2 , hoặc từ thông tổng của mạch từ hóa Φ_μ . Vì momen động cơ tỉ lệ với từ thông trong khe hở từ trường nên việc giữ cho từ thông không đổi cũng làm giữ cho momen không đổi. Có thể kể ra các luật điều khiển như sau:

- Luật U/f không đổi: $U/f = \text{const}$
- Luật hệ số quá tải không đổi: $\lambda = M_{th}/M_c = \text{const}$
- Luật dòng điện không tải không đổi: $I_o = \text{const}$
- Luật điều khiển dòng stato theo hàm số của độ sụt tốc: $I_1 = f(\Delta\omega)$

1.5.2. Phương pháp điều chỉnh $U/f = \text{const}$

Sức điện động của cuộn dây stato E_1 tỷ lệ với từ thông Φ_1 và tần số f_1 theo biểu thức:

$$\dot{E}_1 = K\dot{\Phi}_1 f_1 = \dot{U}_1 - \dot{I}_1 Z_1 \quad (1-32)$$

Nếu bỏ qua sụt áp trên tổng trở stato Z_1 , ta có $E_1 \approx U_1$, do đó:

$$\Phi_1 = K \frac{U_1}{f_1} \quad (1-33)$$

Như vậy để giữ từ thông không đổi ta cần giữ tỷ số U_1/f_1 không đổi. Trong phương pháp $U/f = \text{const}$ thì tỷ số U_1/f_1 được giữ không đổi và bằng tỷ số này ở định mức. Cần lưu ý khi momen tải tăng, dòng động cơ tăng làm tăng sụt áp trên điện trở stato dẫn đến E_1 giảm, nghĩa là từ thông động cơ giảm. Do đó động cơ không hoàn toàn làm việc ở chế độ từ thông không đổi.

Ta có công thức tính momen cơ của động cơ như sau:

$$\text{Momen tới hạn: } M_{th} = \frac{3U_1^2}{2\omega_0(R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)})} \quad (1-35)$$

Khi hoạt động ở định mức:

$$M_{dm} = \frac{3U_{1dm}^2 R_2' / s}{\omega_{0dm} [(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + (X_{1dm} + X_{2dm}')^2]} \quad (1-36)$$

$$M_{thdm} = \frac{3U_{1dm}^2}{2\omega_{0dm} (R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_{1dm} + X_{2dm}')^2})} \quad (1-37)$$

$$\text{Ta có công thức sau : } a = \frac{f_1}{f_{1dm}} \quad (1-38)$$

Với f_1 - là tần số làm việc của động cơ, f_{1dm} - là tần số định mức. Theo luật $U/f = \text{const}$:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_{1dm}}{f_{1dm}} \Rightarrow \frac{U_1}{U_{1dm}} = \frac{f_1}{f_{dm}} = a \quad (1-39)$$

$$\begin{aligned} \text{Ta thu được: } \quad U_1 &= aU_{1dm} \\ f_1 &= af_{1dm} \end{aligned} \quad (1-40)$$

Phân tích tương tự, ta cũng thu được :

$\omega_o = a\omega_{odm}$; $X_1 = aX_{1dm}$; $X'_2 = aX'_{2dm}$. Thay các giá trị trên vào (1-34) và (1-35) ta thu được công thức tính momen và momen tới hạn của động cơ ở tần số khác định mức:

$$M = \frac{3}{\omega_o} \left[\frac{U_{1dm}^2 \frac{R'_2}{a.s}}{\left(\frac{R_1}{a} + \frac{R'_2}{a.s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2} \right] \quad (1-41)$$

$$M_{th} = \frac{3}{2\omega_o} \frac{U_{1dm}^2}{\frac{R_1}{a} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{a}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (1-42)$$

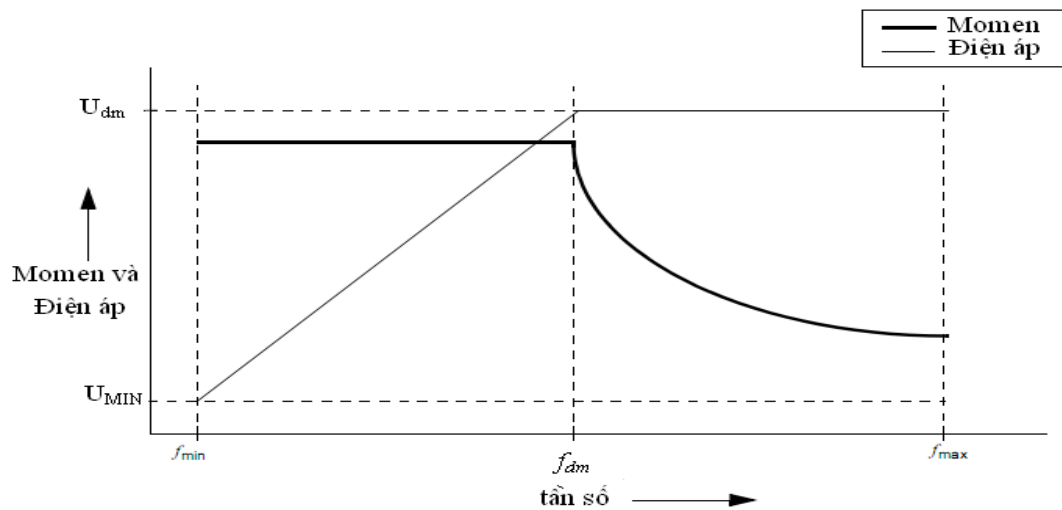
Dựa theo công thức trên ta thấy, các giá trị X_1 và X'_2 phụ thuộc vào tần số trong khi R_1 lại là hằng số. Như vậy khi hoạt động ở tần số cao, giá trị $(X_1 + X'_2) \gg R_1/a$, sụt áp trên R_1 rất nhỏ nên giá trị E suy giảm rất ít dẫn đến từ thông được giữ gần như không đổi. Momen cực đại của động cơ gần như không đổi.

Tuy nhiên khi hoạt động ở tần số thấp thì giá trị điện trở R_1/a sẽ tương đối lớn so với giá trị của $(X_1 + X'_2)$ dẫn đến sụt áp nhiều trên điện trở stato khi momen tải lớn. Điều này làm cho E bị giảm, dẫn đến suy giảm từ thông momen cực đại. Để bù lại sự suy giảm từ thông ở tần số thấp, ta sẽ cung cấp thêm cho động cơ điện một điện áp U_o để từ thông của động cơ định mức khi $f = 0$. Từ đó ta có quan hệ sau:

$$U_1 = U_o + Kf_1 \quad (1-43)$$

Với K là một hằng số được chọn sao cho giá trị U_1 cấp cho động cơ $U = U_{dm}$ tại $f = f_{dm}$. Khi $a > 1$ ($f > f_{dm}$), điện áp được giữ không đổi và bằng định mức. Khi đó động cơ hoạt động ở chế độ suy giảm từ thông. Sau đây là

đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa momen và điện áp theo tần số trong phương pháp điều khiển $U/f=\text{const}$:



Hình 1.22. Đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa momen và điện áp theo tần số theo luật điều khiển $U/f=\text{const}$

Từ đồ thị ta có nhận xét sau:

- + Dòng điện khởi động yêu cầu thấp hơn.
- + Vùng làm việc ổn định của động cơ tăng lên. Thay vì chỉ làm việc ở tốc độ định mức, động cơ có thể làm việc từ 5% của tốc độ đồng bộ đến tốc độ định mức. Momen tạo ra bởi động cơ có thể duy trì trong vùng làm việc này.

+ Chúng ta có thể điều khiển động cơ ở tần số lớn hơn tần số định mức bằng cách tiếp tục tăng tần số. Tuy nhiên do điện áp đặt không thể tăng trên điện áp định mức. Do đó chỉ có thể tăng tần số dẫn đến momen giảm. Ở vùng trên vận tốc cơ bản các hệ số ảnh hưởng đến momen trở nên phức tạp.

- + Việc tăng tốc giảm tốc có thể được thực hiện bằng cách điều khiển sự thay đổi của tần số theo thời gian.

1.5.3. Chọn phương pháp điều chỉnh tốc độ

Sau khi so sánh phân tích, giới thiệu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ em nhận thấy phương pháp thay đổi tần số cho phép điều chỉnh cả momen và tốc độ với chất lượng cao nhất. Đây cũng chính là phương án tối ưu nhất được sử dụng rộng rãi ngày nay trong các hệ truyền động sử dụng động cơ không đồng bộ của các nhà sản xuất.

CHƯƠNG 2.

TÌM HIỂU CHUNG VỀ BIẾN TẦN

2.1. KHÁI QUÁT BIẾN TẦN VÀ TẦM QUAN TRỌNG CỦA BIẾN TẦN

Với sự phát triển như vũ bão về chủng loại và số lượng của các bộ biến tần, ngày càng có nhiều thiết bị điện - điện tử sử dụng các bộ biến tần, trong đó một bộ phận đáng kể sử dụng biến tần phải kể đến chính là bộ biến tần điều khiển tốc độ động cơ điện.

Trong thực tế có rất nhiều hoạt động trong công nghiệp có liên quan đến tốc độ động cơ điện. Đôi lúc có thể xem sự ổn định của tốc độ động cơ mang yếu tố sống còn của chất lượng sản phẩm, sự ổn định của hệ thống... Ví dụ: máy ép nhựa làm đế giày, cán thép, hệ thống tự động pha trộn nguyên liệu, máy ly tâm định hình khi đúc... Vì thế, việc điều khiển và ổn định tốc độ động cơ được xem như vấn đề chính yếu của các hệ thống điều khiển trong công nghiệp.

Điều chỉnh tốc độ động cơ là dùng các biện pháp nhân tạo để thay đổi các thông số nguồn như điện áp hay các thông số mạch như điện trở phụ, thay đổi từ thông ... Từ đó tạo ra các đặc tính cơ mới để có những tốc độ làm việc mới phù hợp với yêu cầu của phụ tải cơ. Có hai phương pháp để điều chỉnh tốc độ động cơ:

- + Biến đổi các thông số của bộ phận cơ khí tức là biến đổi tỷ số truyền chuyển tiếp từ trục động cơ đến cơ cấu máy sản xuất.
- + Biến đổi tốc độ góc của động cơ điện. Phương pháp này làm giảm tính phức tạp của cơ cấu và cải thiện được đặc tính điều chỉnh, đặc biệt linh hoạt khi ứng dụng các hệ thống điều khiển bằng điện tử. Vì vậy, bộ biến tần được sử dụng để điều khiển tốc độ động cơ theo phương pháp này.

Khảo sát cho thấy:

- + Chiếm 30% thị trường biến tần là các bộ điều khiển moment.

- + Trong các bộ điều khiển moment động cơ chiếm 55% là các ứng dụng quạt gió, trong đó phần lớn là các hệ thống HAVC (điều hòa không khí trung tâm), chiếm 45% là các ứng dụng bơm, chủ yếu là trong công nghiệp nặng.
- + Nâng cấp cải tạo các hệ thống bơm và quạt từ hệ điều khiển tốc độ không đổi lên hệ tốc độ có thể điều chỉnh được trong công nghiệp với lợi nhuận to lớn thu về từ việc tiết giảm nhiên liệu điện năng tiêu thụ. Tính hữu dụng của biến tần trong các ứng dụng bơm và quạt.
- + Điều chỉnh lưu lượng tương ứng với điều chỉnh tốc độ Bơm và Quạt.
- + Điều chỉnh áp suất tương ứng với điều chỉnh góc mở của van.
- + Giảm tiếng ồn công nghiệp.
- + Năng lượng sử dụng tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc ba của tốc độ động cơ.
- + Giúp tiết kiệm điện năng tối đa.
- + Như tên gọi, bộ biến tần sử dụng trong hệ truyền động, chức năng chính là thay đổi tần số nguồn cung cấp cho động cơ để thay đổi tốc độ động cơ nhưng nếu chỉ thay đổi tần số nguồn cung cấp thì có thể thực hiện việc biến đổi này theo nhiều phương thức khác, không dùng mạch điện tử. Trước kia, khi công nghệ chế tạo linh kiện bán dẫn chưa phát triển, người ta chủ yếu sử dụng các nghịch lưu dùng máy biến áp. Ưu điểm chính của các thiết bị dạng này là sóng dạng điện áp ngõ ra rất tốt (ít hài) và công suất lớn (so với biến tần hai bậc dùng linh kiện bán dẫn) nhưng còn nhiều hạn chế như: Giá thành cao do phải dùng máy biến áp công suất lớn. Tổn thất trên biến áp chiếm đến 50% tổng tổn thất trên hệ thống nghịch lưu. Chiếm diện tích lắp đặt lớn, dẫn đến khó khăn trong việc lắp đặt, duy tu, bảo trì cũng như thay mới. Điều khiển khó khăn, khoảng điều khiển không rộng và dễ bị quá điện áp ngõ ra do có hiện tượng bão hoà từ của lõi thép máy biến áp. Ngoài ra, các hệ truyền động còn nhiều thông số khác cần được thay đổi, giám sát như: điện áp, dòng điện, khởi động êm (Ramp start hay Soft start), tính chất tải ... mà chỉ có bộ biến tần sử dụng các thiết bị bán dẫn là thích hợp nhất trong trường hợp này.

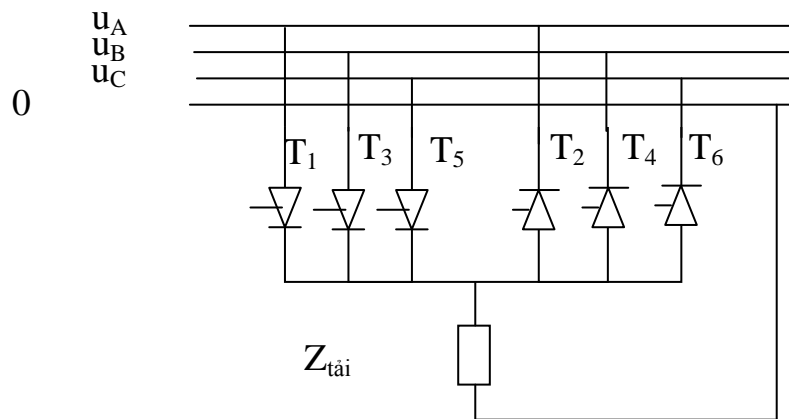
2.2. PHÂN LOẠI BIẾN TẦN

Biến tần thường được chia làm hai loại:

Biến tần trực tiếp và biến tần gián tiếp

2.2.1. Biến tần trực tiếp

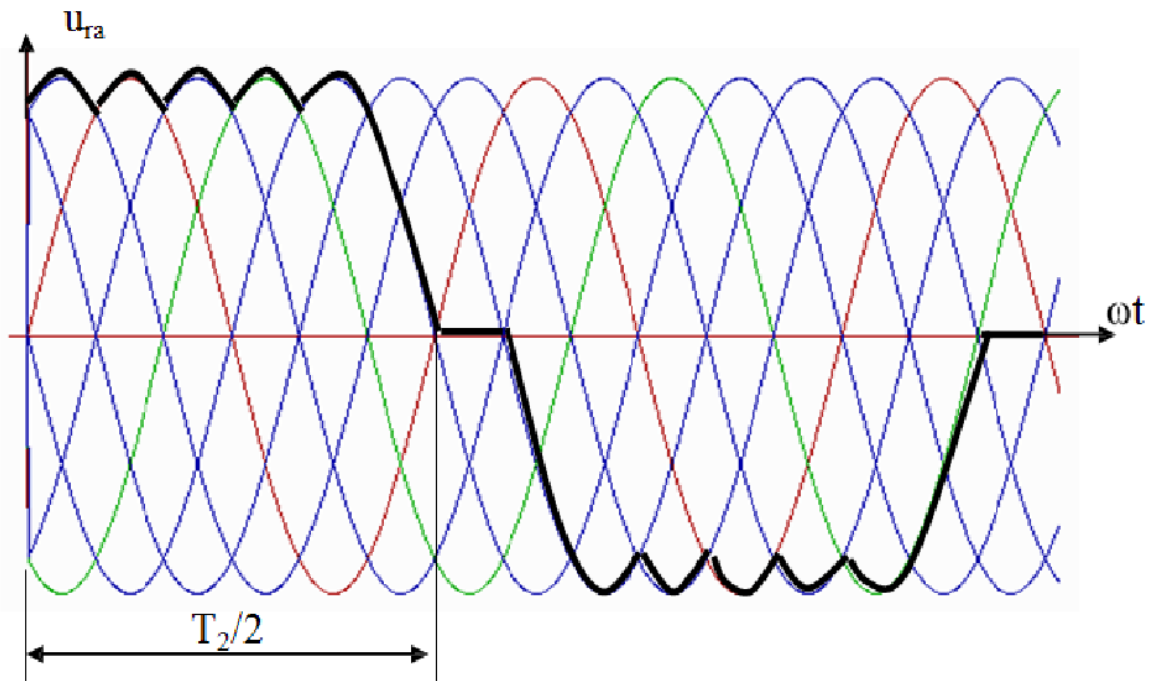
Biến tần trực tiếp là bộ biến đổi tần số trực tiếp từ lưới điện xoay chiều không thông qua khâu trung gian một chiều. Tần số ra được điều chỉnh nhảy cấp và nhỏ hơn tần số lưới ($f_1 < f_{\text{lưới}}$). Loại biến tần này hiện nay ít được sử dụng.



Hình 2.1: Sơ đồ bộ biến tần trực tiếp

Biến tần trực tiếp còn được gọi là biến tần phụ thuộc. Thường gồm các nhóm chỉnh lưu điều khiển mắc song song ngược cho xung lần lượt hai nhóm chỉnh lưu trên ta có thể nhận được dòng xoay chiều trên tải. Trên hình 2.1 biểu diễn bộ biến tần một pha. Từ hình vẽ ta thấy 6 thyristo được chia thành 2 nhóm: nhóm chung katod (T_1, T_3, T_5) và nhóm chung anod (T_2, T_4, T_6). Nhóm có katod chung sẽ tạo nửa chu kỳ điện áp ra dương. Nhóm có anod chung sẽ tạo nửa chu kỳ điện áp ra âm. Có 2 nguyên tắc điều khiển các nhóm thyristo để tạo điện áp ra:

Điều khiển đồng thời, đó là phương pháp điều khiển khi một nhóm làm việc ở chế độ chỉnh lưu với góc mở α thì nhóm kia làm việc chế độ nghịch lưu góc mở β . Cách điều khiển đồng thời có nhược điểm tồn tại dòng cân bằng chạy quẩn trong các pha của nguồn (hoặc biến áp) nhưng dòng liên tục



Hình 2.2: Điện áp ra của bộ biến tần trực tiếp

Điều khiển riêng biệt từng nhóm thyristo. Bản chất của phương pháp điều khiển riêng biệt là khi một nhóm làm việc thì nhóm kia không làm việc. Để thực hiện phương pháp điều khiển riêng biệt ta phải có bộ cảm biến dòng đặt tại lối ra của các nhóm thyristo. Điện áp ra của bộ biến tần trực tiếp một pha biểu diễn trên hình 2.2

Chúng ta sử dụng sơ đồ trên để lý giải quan hệ giữa f_1 và f_2 . Như chúng ta đã biết một bộ chỉnh lưu toàn thyristo cho ta u_d là một đường cong gồm q đoạn sinus. Đối với bộ chỉnh lưu 3 pha hình tia thì $q=3$, sơ đồ cầu thì $q=6$, q được gọi là chỉ số chuyển mạch, tức là trong một chu kỳ của điện áp nguồn dòng điện tải đã bị chuyển q lần từ thyristo này sang thyristo khác. Nếu ký hiệu N là số đoạn sinus có chứa trong nửa chu kỳ điện áp ra ta có:

$$\frac{T}{2} = \frac{2\pi}{2} = \pi$$

$$\frac{T}{2} = N \frac{2\pi}{2} + \left(\pi - \frac{2\pi}{q} \right)$$

Trong đó $\frac{2\pi}{q}$ là khoảng dẫn dòng của mỗi thyristo do đó

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{q}{2N + q - 2}$$

Do đó :

$$f_2 = \frac{q f_1}{2N + q - 2} \quad (2-1)$$

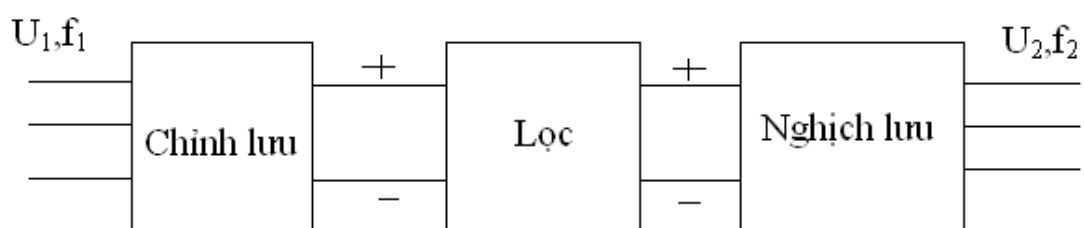
Với một hệ thống nhất định q đã xác định, f_1 đã xác định thì tần số f_2

hoàn toàn phụ thuộc vào N . Trong điều khiển riêng biệt để loại trừ sự có 2 bộ chỉnh lưu làm việc đồng thời người ta để một “thời gian chết” giữa thời điểm kết thúc làm việc của bộ biến đổi này và thời điểm bắt đầu của một bộ biến đổi khác. Thời gian chết đó $t_0 = T_1/q$. Như vậy điện áp xoay chiều $U_1(f_1)$ chỉ cần qua một van là chuyển ngay ra tải với $U_2(f_2)$

Tuy nhiên, đây là loại biến tần có cấu trúc sơ đồ van rất phức tạp chỉ sử dụng cho truyền động điện có công suất lớn, tốc độ làm việc thấp. Vì việc thay đổi tần số f_2 khó khăn và phụ thuộc vào f_1 .

2.2.2. Biến tần gián tiếp

Biến tần gián tiếp có sơ đồ cấu trúc tổng thể như sau:



Hình 2.3. Sơ đồ cấu trúc của biến tần gián tiếp

Từ sơ đồ cấu trúc ta thấy điện áp xoay chiều có các thông số (U_1, f_1) được chuyển thành một chiều nhờ mạch chỉnh lưu, qua một bộ lọc rồi được biến trở lại điện áp xoay chiều với điện áp U_2 , tần số f_2 . Việc biến đổi năng lượng hai lần làm giảm hiệu suất biến tần. Song bù lại loại biến tần này cho

phép thay đổi dễ dàng tần số f_2 không phụ thuộc vào f_1 trong một dải rộng cả trên và dưới f_1 vì tần số ra chỉ phụ thuộc vào mạch điều khiển.

Bộ biến tần này còn gọi là biến tần độc lập, trong biến tần này đầu tiên điện áp được chỉnh lưu thành dòng một chiều, sau đó qua bộ lọc rồi trở lại dòng xoay chiều với tần số f_2 nhờ bộ nghịch lưu độc lập (quá trình thay đổi f_2 không phụ thuộc vào f_1). Khác với bộ biến tần trực tiếp việc chuyển mạch được thực hiện nhờ lưới điện xoay chiều, trong bộ nghịch lưu cũng như trong bộ điều áp một chiều, hoạt động của chúng phụ thuộc vào loại nguồn và tải.

Việc biến đổi hai lần làm giảm hiệu suất biến tần. Tuy nhiên việc ứng dụng hệ điều khiển số nhờ kỹ thuật vi xử lý nên ta phát huy tối đa các ưu điểm của biến tần loại này và thường sử dụng nó hơn.

Do tính chất của bộ lọc nên biến tần gián tiếp lại được chia làm hai loại sử dụng nghịch lưu áp và nghịch lưu dòng.

* Bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng:

Là loại biến tần mà nguồn tạo ra điện áp một chiều là nguồn dòng, dạng của dòng điện trên tải phụ thuộc vào dạng dòng điện của nguồn, còn dạng áp trên tải phụ thuộc là tùy thuộc vào các thông số của tải quy định.

* Bộ biến tần gián tiếp nguồn áp :

Là loại biến tần mà nguồn tạo ra điện áp một chiều là nguồn áp (nghĩa là điện trở nguồn bằng 0). Dạng của điện áp trên tải tùy thuộc vào dạng của điện áp nguồn, còn dạng của dòng điện trên tải phụ thuộc vào thông số của mạch tải quy định.

Bộ biến tần nguồn áp có ưu điểm là tạo ra dạng dòng điện và điện áp sin hơn, dải biến thiên tần số cao hơn nên được sử dụng rộng rãi hơn.

Chỉnh lưu: Chức năng của khâu chỉnh lưu là biến đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Chỉnh lưu có thể là không điều chỉnh hoặc có điều chỉnh. Ngày nay đa số chỉnh lưu là không điều chỉnh, vì điều chỉnh điện

áp một chiều trong phạm vi rộng sẽ làm tăng kích thước của bộ lọc và làm giảm hiệu suất bộ biến đổi. Nói chung chức năng biến đổi điện áp và tần số được thực hiện bởi nghịch lưu thông qua luật điều khiển. Trong các bộ biến đổi công suất lớn, người ta thường dùng chỉnh lưu bán điều khiển với chức năng làm nhiệm vụ bảo vệ cho toàn hệ thống khi quá tải. Tùy theo tầng nghịch lưu yêu cầu nguồn dòng hay nguồn áp mà bộ chỉnh lưu sẽ tạo ra dòng điện hay điện áp tương đối ổn định.

Bộ lọc: là bộ phận không thể thiếu được trong mạch động lực cho phép thành phần một chiều của bộ chỉnh lưu đi qua và ngăn chặn thành phần xoay chiều. Nhiệm vụ san phẳng điện áp sau chỉnh lưu.

Nghịch lưu: Chức năng của khâu nghịch lưu là biến đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều có tần số có thể thay đổi được và làm việc với phụ tải độc lập. Nghịch lưu có thể là một trong ba loại sau:

+ **Nghịch lưu nguồn áp:** Trong dạng này, dạng điện áp ra tải được định dạng trước (thường có dạng xung chữ nhật) còn dạng dòng điện phụ thuộc vào tính chất tải. Nguồn điện áp cung cấp phải là nguồn sức điện động có nội trở nhỏ. Trong các ứng dụng điều khiển động cơ, thường sử dụng nghịch lưu nguồn áp.

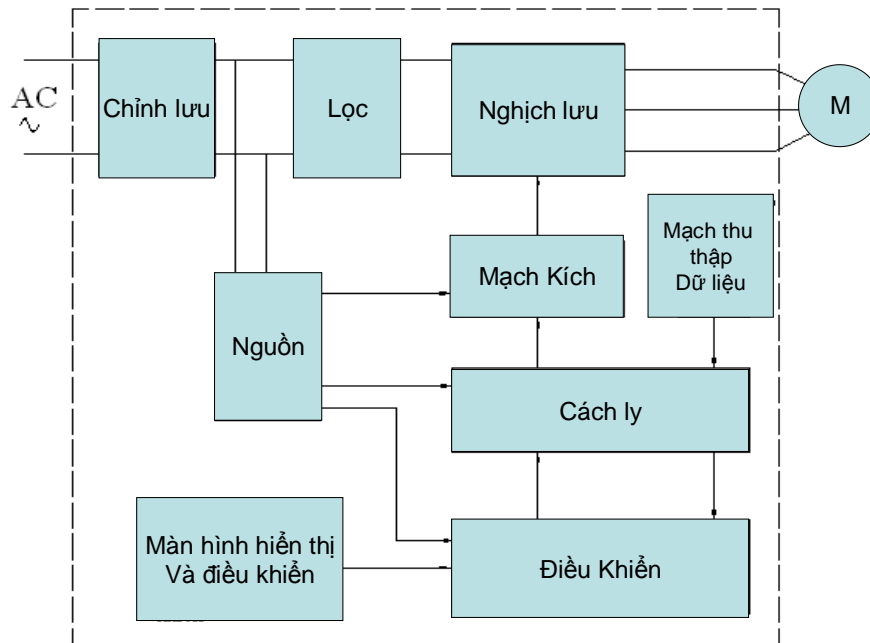
+ **Nghịch lưu nguồn dòng:** Ngược với dạng trên, dạng dòng điện ra tải được định hình trước, còn dạng điện áp phụ thuộc vào tải. Nguồn cung cấp phải là nguồn dòng để đảm bảo giữ dòng một chiều ổn định, vì vậy nếu nguồn là sức điện động thì phải có điện cảm đầu vào đủ lớn hoặc đảm bảo điều kiện trên theo nguyên tắc điều khiển ổn định dòng điện.

+ **Nghịch lưu cộng hưởng:** Loại này dùng nguyên tắc cộng hưởng khi mạch hoạt động, do đó dạng dòng điện (hoặc điện áp) thường có dạng hình sin. Cả điện áp và dòng điện ra tải phụ thuộc vào tính chất tải.

2.3. SƠ ĐỒ CẤU TRÚC VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA BIẾN TẦN

2.3.1. Cấu trúc cơ bản của một bộ biến tần

Cấu trúc cơ bản của một bộ biến tần như hình



Hình 2.2: Sơ đồ cấu trúc cơ bản của biến tần

2.3.2. Nguyên lý hoạt động

Tín hiệu vào là điện áp xoay chiều một pha hoặc ba pha. Bộ chỉnh lưu có nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều thành một chiều.

Bộ lọc có nhiệm vụ san phẳng điện áp một chiều sau chỉnh lưu.

Nghịch lưu có nhiệm vụ biến đổi điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều có tần số có thể thay đổi được. Điện áp một chiều được biến thành điện áp xoay chiều nhờ việc điều khiển mở hoặc khóa các van công suất theo một quy luật nhất định.

Bộ điều khiển có nhiệm vụ tạo tín hiệu điều khiển theo một luật điều khiển nào đó đưa đến các van công suất trong bộ nghịch lưu. Ngoài ra nó còn có chức năng sau:

- + Theo dõi sự cố lúc vận hành

- + Xử lý thông tin từ người sử dụng
- + Xác định thời gian tăng tốc, giảm tốc hay hãm
- + Xác định đặc tính – momen tốc độ
- + Xử lý thông tin từ các mạch thu thập dữ liệu
- + Kết nối với máy tính.

Mạch kích là bộ phận tạo tín hiệu phù hợp để điều khiển trực tiếp các van công suất trong mạch nghịch lưu. Mạch cách ly có nhiệm vụ cách ly giữa mạch công suất với mạch điều khiển để bảo vệ mạch điều khiển.

Màn hình hiển thị và điều khiển có nhiệm vụ hiển thị thông tin hệ thống như tần số, dòng điện, điện áp,... và để người sử dụng có thể đặt lại thông số cho hệ thống.

Các mạch thu thập tín hiệu như dòng điện, điện áp, nhiệt độ,... biến đổi chúng thành tín hiệu thích hợp để mạch điều khiển có thể xử lý được. Ngoài ra còn có các mạch làm nhiệm vụ bảo vệ khác như bảo vệ chống quá áp hay thấp áp đầu vào...

Các mạch điều khiển, thu thập tín hiệu đều cần cấp nguồn, các nguồn này thường là nguồn điện một chiều 5, 12, 15VDC yêu cầu điện áp cấp phải ổn định. Bộ nguồn có nhiệm vụ tạo ra nguồn điện thích hợp đó.

Sự ra đời của các bộ vi xử lý có tốc độ tính toán nhanh có thể thực hiện các thuật toán phức tạp thời gian thực, sự phát triển của các lý thuyết điều khiển, công nghệ sản xuất IC có mức độ tích hợp ngày càng cao cùng với giá thành của các linh kiện ngày càng giảm dẫn đến sự ra đời của các bộ biến tần ngày càng thông minh có khả năng điều khiển chính xác, đáp ứng nhanh và giá thành rẻ.

CHƯƠNG 3.

KẾT NỐI BIẾN TẦN IG5A VỚI ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA LỒNG SÓC

3.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ HÃNG LG TẠI VIỆT NAM

Hãng LG là tập đoàn toàn cầu trong công nghệ điện và tự động hóa cho phép khách hàng tiện ích và ngành công nghiệp để cải thiện hiệu suất của họ trong khi làm giảm tác động môi trường. Hãng LG có các công ty hoạt động trong khoảng 100 quốc gia và sử dụng khoảng 10.000 người thành lập tại Việt Nam vào năm 1998, LG gần đây đã có hơn 800 nhân viên làm việc tại ba khu vực trên khắp đất nước để đảm bảo sự hiện diện trên toàn quốc của thương hiệu LG. Trụ sở chính và nhà máy biến áp được đặt tại Hà Nội, các văn phòng chi nhánh tại Thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Vũng Tàu, Bắc Ninh. Cơ cấu Tập đoàn LG được tổ chức trong năm Sản phẩm bộ phận điện, hệ thống điện, sản phẩm điện áp thấp tự động hóa quá trình và tự động hóa rời rạc và chuyển động để phục vụ cho từng nhóm khách hàng một cách hiệu quả nhất. Hỗ trợ đến năm đơn vị kinh doanh, LG cung cấp đầy đủ các dịch vụ vòng đời từ các bộ phận phụ tùng và sửa chữa thiết bị đào tạo, chuyển đổi sang giám sát từ xa và hỗ trợ kỹ thuật từng thị trường và ngành công nghiệp, LG cung cấp khách hàng của LG một đội ngũ chuyên dụng và thẩm quyền của doanh số bán hàng, dịch vụ chuyên nghiệp và kỹ thuật chuyên môn trong việc hỗ trợ của các phạm vi rộng lớn của Tập đoàn. Là nhà sản xuất máy biến áp lớn tại Việt Nam. LG tại Việt Nam đã thành lập chính nó như là một đối tác công nghệ đáng tin cậy và có thẩm quyền cho chính phủ, khu vực tư nhân trong và ngoài nước và trở thành một trong những tên tuổi nổi tiếng trong công nghệ điện và tự động hóa tại Việt Nam.

3.2. BIẾN TẦN LS IG5A



LS IG5A là biến tần được thiết kế để đáp ứng hàng loạt yêu cầu về ứng dụng máy công cụ. Loại biến tần này rất lý tưởng cho các Ứng dụng: Dùng cho động cơ bơm, quạt gió, băng tải, máy kéo sợi, máy tiện...

3.2.1. Các kiểu biến tần họ IG5

Loại 230 V (0.5 + 5.4 HP)

Loại biến tần (SvxxxiG5-x)	1Phase 200 + 230 V			3Phase 200 + 230 V					
	004-1	008-1	015-1	004-2	008-2	015-2	022-2	037-2	040-2
Công suất tải	0.5 HP	1 HP	2 HP	0.5 HP	1 HP	2 HP	3 HP	5 HP	5.4 HP
động cơ tối đa	0.37	0.75	1.5	0.37	0.75	1.5	2.2	3.7	4.0
Tần số	0.1 + 400 Hz								
Điện áp đầu ra	200 + 230V, 3phase								
Dòng tiêu thụ	3	5	8	3	5	8	12	16	17
Khối lượng	2.65	3.97	4.63	2.65	2.65	3.97	4.63	4.85	4.85
Nhiệt độ	-10°C + 40°C (14°F + 104°F)								
Độ ẩm	< 90% RH								
Áp lực	86 + 106 kPa								

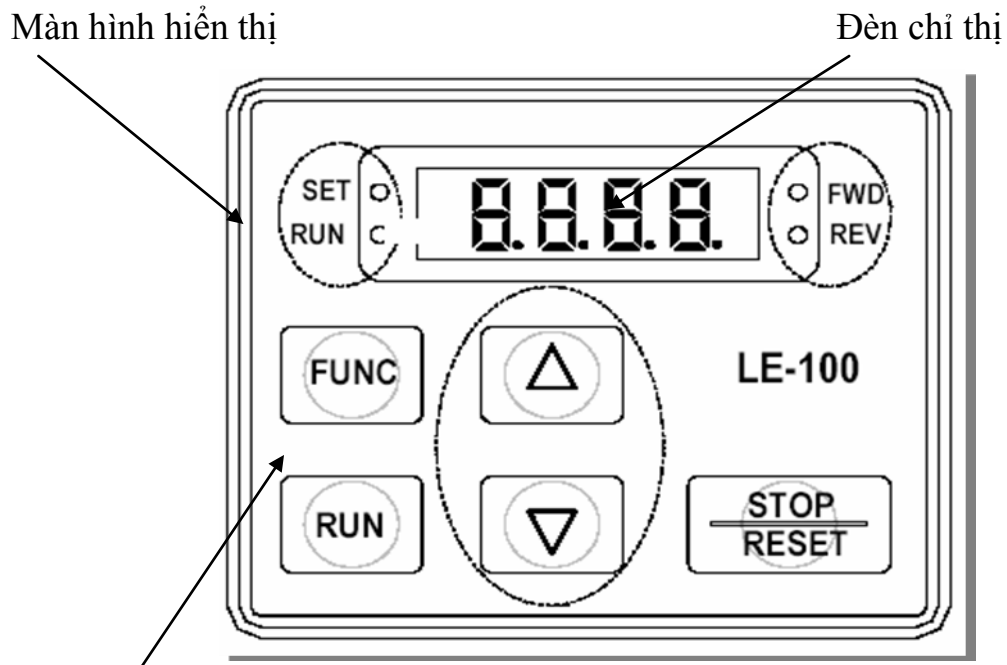
Loại 460 V (0.5 + 5.4 HP)

Loại biến tần (SvxxxiG5-x)	004-4	008-4	015-4	022-4	037-4	040-4
Công suất tải	0.5 HP	1 HP	2 HP	3 HP	5 HP	5.4 HP
động cơ tối đa	0.37	0.75	1.5	2.2	3.7	4.0
Tần số điều chỉnh	0.1 + 400 Hz					
Điện áp đầu ra	380 + 460V, 3phase					
Dòng tiêu thụ (A)	1.5	2.5	4	6	8	9
Khối lượng	3.75	3.75	3.97	4.63	4.85	4.85
Nhiệt độ	-10°C + 40°C (14°F + 104°F)					
Độ ẩm	< 90% RH					
Áp lực	86 + 106 kPa					

3.2.2. Các tính năng nổi bật

- Chế độ điều khiển động cơ: V/f không đổi, tự động điều chỉnh mômen, điều khiển Vector cảm biến, tự động tối ưu năng lượng tiêu thụ....
- Phương thức điều khiển: Điều khiển độ rộng xung PWM.
- Bảo vệ quá áp, sụt áp, quá tải, nhiệt độ quá cao, lỗi CPU, lỗi bộ nhớ, chạm mát đầu ra khi cấp nguồn
- Kích thước nhỏ gọn, dễ sử dụng.
- Tiết kiệm năng lượng
- Có nhiều công suất để lựa chọn
- Điều khiển tối đa 8 cấp tốc độ động cơ

- Tích hợp đường truyền RS485
- Các kí hiệu trên mặt điều khiển

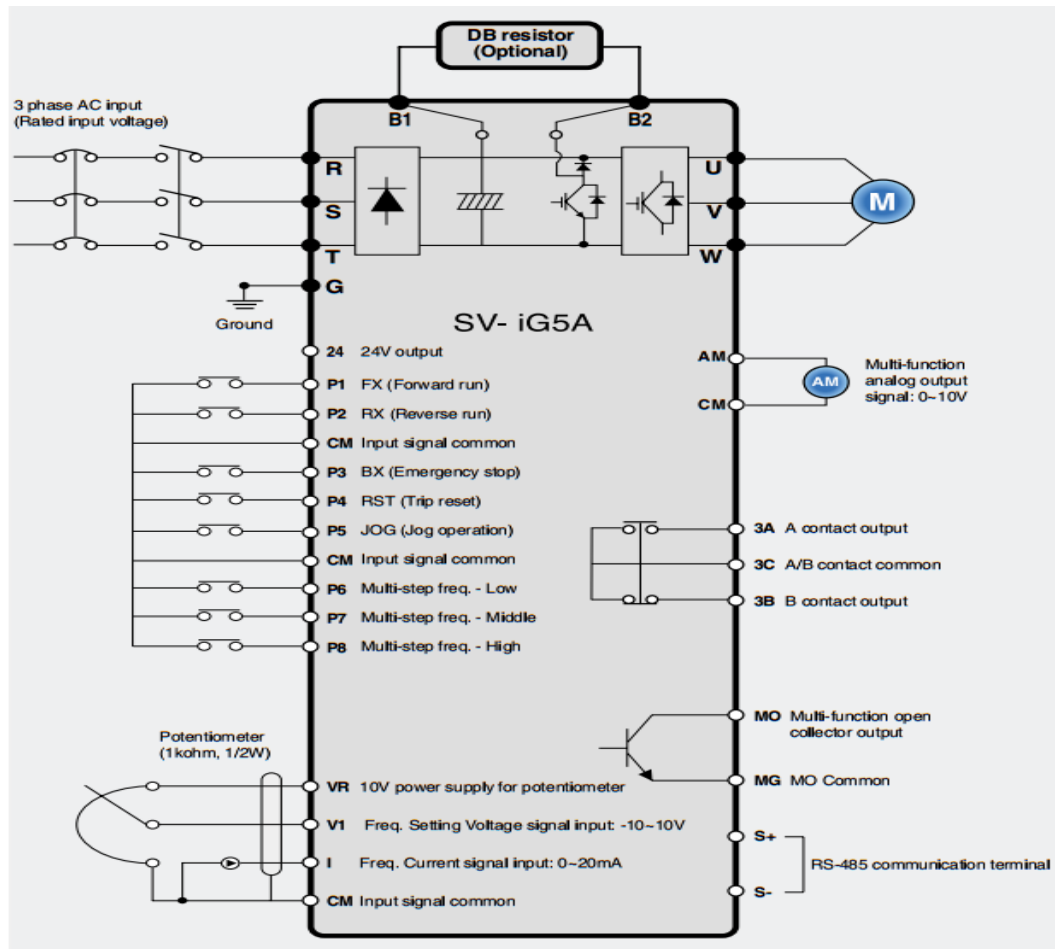


Các phím chức năng

3.2.3. Thông số kĩ thuật

- Dùng điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ 3 Pha, 220V/0.37...11 kW, 380V/0.37...22 kW
- Nguồn cấp: 3 pha 200 – 230V, 380 – 480V, 50/60Hz
- Dải tần số ra: 0 - 400 Hz.
- Khả năng quá tải: 150% trong 60S
- Dải công suất: 0.75 – 75 Kw.
- Dải điều khiển: 0 – 10V, 4 – 20 mA.
- Tần số sóng mang lên tới 15 Khz.

3.2.4. Các đầu vào ra

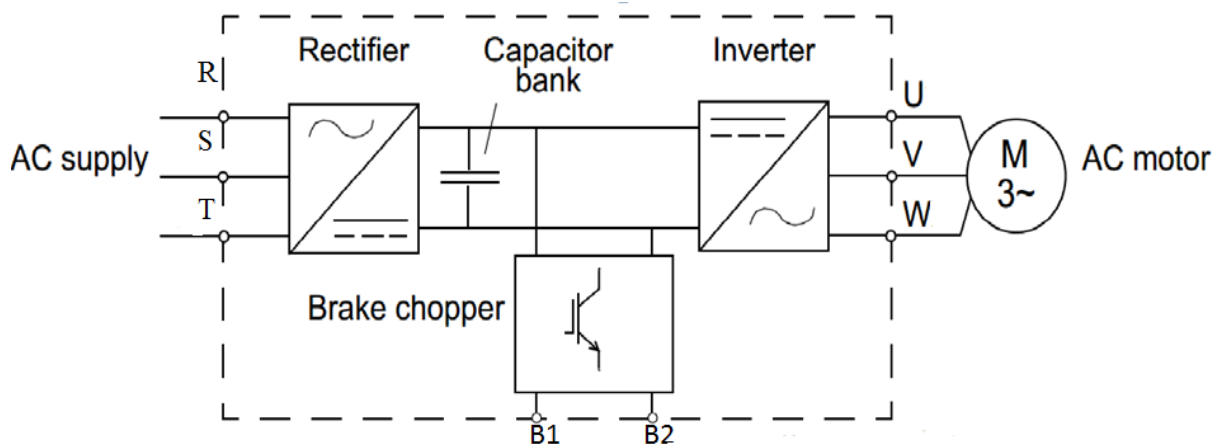


Hình 3.1. Kết nối các đầu vào ra của LG IG5A

- Nguồn cấp: 380 ÷ 480V tần số 50Hz qua các chân R, S, T.
- Đầu ra cấp cho động cơ: Thông qua các chân U, V, W.
- Tín hiệu đầu vào analog:
 - + VR: Nguồn cấp cho biến tần chuẩn
 - + V1: Đầu vào tần số chuẩn (0-10V)
 - + I: Đầu vào tần số chuẩn (4-20mA)
 - + CM: Đầu nối cung cho tần số chuẩn
- Tín hiệu đầu vào contact:
 - + P1,P2,P3: Đầu vào đa chức năng, chạy nhiều cấp tốc độ khác nhau

- + FX: Chọn chế độ quay thuận hay dừng lại
- + RX: Chọn chế độ quay nghịch hay dừng lại
- + JOG: Chạy với tần số jog đã định trước
- + BX: Dừng khẩn cấp
- + RST: Reset lỗi
- + CM: Đầu nối chung
 - Tín hiệu đầu ra analog:
 - + FM-CM: Đầu ra analog hiển thị cho thiết bị ngoại vi từ 0-10V
 - Tín hiệu đầu ra contact:
 - + 30A, 30B, 30C: Đầu ra thông báo lỗi
 - +MO-MG: Đầu ra đa chức năng
 - RS485:
 - + S⁺, S⁻ : Cổng truyền thông, cổng giao tiếp cho MODBUS-RTU

3.3. KẾT NỐI BIẾN TẦN VỚI ĐỘNG CƠ



Hình 3.2. Sơ đồ mạch chính của biến tần LS IG5A

Sơ đồ trên là mạch chính đơn giản của biến tần LS IG5A gồm:

- R, S, T nhận cấp nguồn 3 pha xoay chiều cho biến tần từ lưới điện.
- Chỉnh lưu (Rectifier) chuyển đổi điện áp 3 pha xoay chiều sang điện áp một chiều.

-Bộ tụ (Capacitor bank) của mạch trung gian ổn định điện áp một chiều.

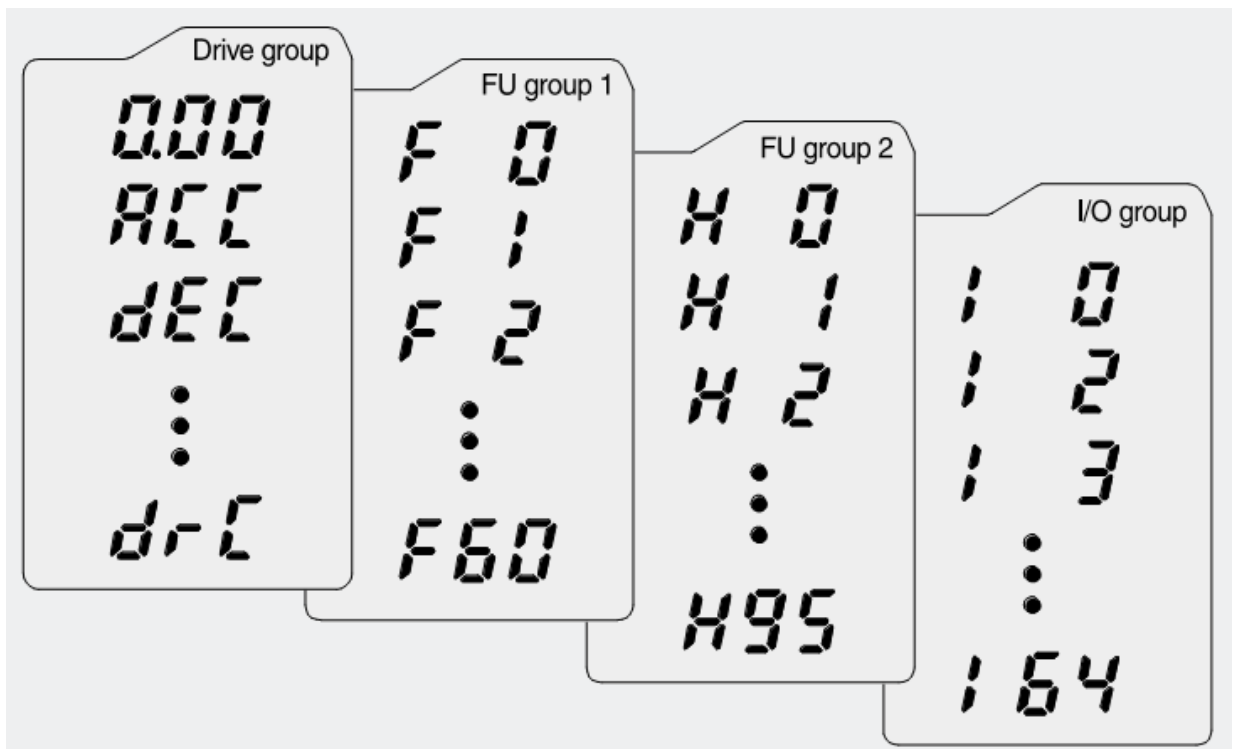
-Bộ biến đổi (Inverter) chuyển đổi điện áp một chiều trở lại xoay chiều cấp cho động cơ thông qua U, V, W.

-Phanh hãm (Brake chopper) kết nối điện trở hãm ngoài với mạch điện trung gian một chiều khi điện áp trong mạch vượt quá giới hạn tối đa của nó

3.4. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG BIẾN TẦN IG5A.

3.4.1. Cài đặt các thông số cho biến tần

Các nhóm cài đặt cho biến tần



Sau khi biến tần được cấp nguồn ta cài đặt các thông số sau:

-Cài đặt thời gian khởi động: thông số thể hiện trên bộ giao diện ACC mã số trong nhóm DRV là DRV-01, phạm vi thay đổi từ 0.0 ÷ 999.9 giây, giá trị mặc định 10 giây

-Cài đặt thời gian dừng động cơ: thông số thể hiện trên bộ giao diện DEC, mã số trong nhóm DRV là DRV-02 phạm vi thay đổi từ 0.0 ÷ 999.9 giây, giá trị mặc định 20 giây.

-Cài đặt tần số hoạt động cao nhất: thông số thể hiện trên bộ giao diện F20, mã số trong nhóm FU1 là FU1-20 phạm vi thay đổi từ 40.00÷ 400.00Hz, giá trị mặc định 50Hz.

-Cài đặt tần số cơ bản: thông số thể hiện trên bộ giao diện F21, mã số trong nhóm FU1 là FU1-21, phạm vi thay đổi 30.00 ÷ FU1-20 Hz, giá trị mặc định 50 Hz.

-Cài đặt tần số bắt đầu hoạt động: thông số thể hiện trên bộ giao diện F22, mã số trong nhóm FU1 là FU1-22 phạm vi thay đổi 0.10 ÷ 10 Hz, giá trị mặc định 0.10 Hz.

-Cài đặt giới hạn tần số hoạt động nhỏ nhất: thông số thể hiện trên bộ giao diện F24, mã số trong nhóm FU1 là FU1-24 hàm này chỉ xuất hiện khi FU1-23 được cài đặt lên “1”, phạm vi thay đổi 0.00 ÷ FU1-25 Hz, giá trị mặc định 0.00 Hz.

3.4.2. Khởi động động cơ với các chế độ điều khiển

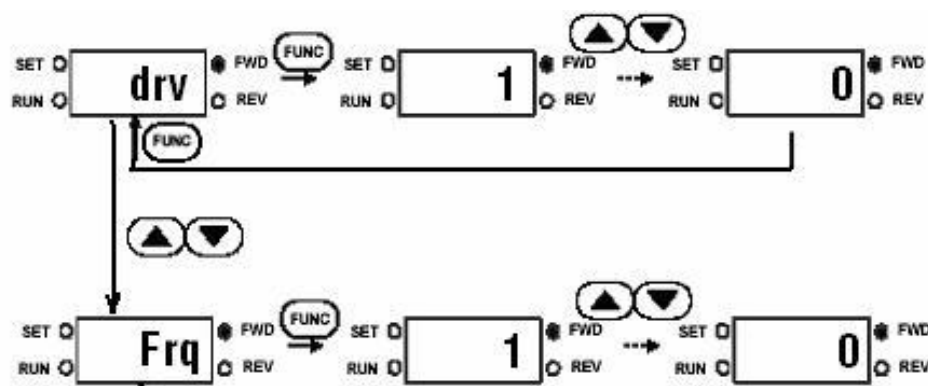
Tuỳ thuộc vào từng ứng dụng cụ thể mà có thể lựa chọn các chế độ điều khiển khác nhau, các thông số chính cần thay đổi: Drv và Frq

Sau đây là một số ứng dụng cơ bản:

ỨNG DỤNG 1: Điều khiển từ bộ giao diện 1(keypad) khi điều khiển chạy và thay đổi tần số.

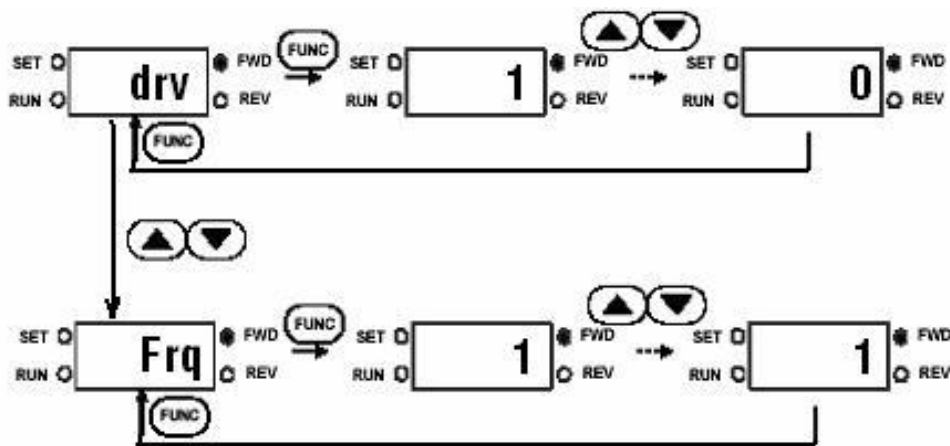
-Giá trị thay đổi: Drv = 0 (Keypad) và Frq = 0 (Keypad-1)

-Cách điều khiển: Phím [RUN] dùng để động cơ hoạt động, tần số được thay đổi tại mã số DRV-00 trong nhóm DRV. Giá trị tần số không được cập nhật cho đến khi phím [FUNC] được nhấn.



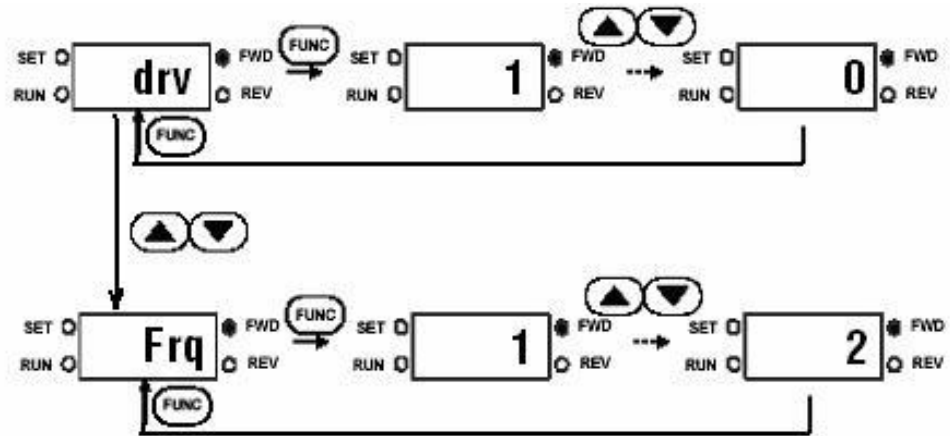
ỨNG DỤNG 2: Điều khiển từ bộ giao diện 2(keypad) khi điều khiển chạy và thay đổi tần số.

- Giá trị thay đổi: Drv = 0 (Keypad) và Frq = 1 (Keypad-2)
- Cách điều khiển: Phím [RUN] dùng để động cơ hoạt động, tần số được thay đổi tại mã số DRV-00 trong nhóm DRV. Thay đổi tần số bằng các nhân phí [FUNC] rồi sau đó nhân phím [] và [] để thay đổi giá trị tần số hiện hành, giá trị tần số sẽ được cập nhật ngay tức khắc.

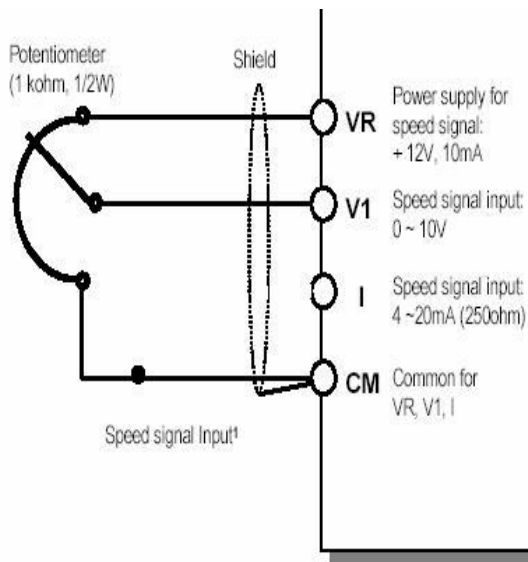


ỨNG DỤNG 3: Điều khiển chạy động cơ từ bộ giao diện và thay đổi tần số từ biến trở.

- Giá trị thay đổi: Drv = 0 (Keypad) và Frq = 2 (đầu vào tần số chuẩn analog từ 0 – 10VDC)
- Cách điều khiển: Phím [RUN] dùng để động cơ hoạt động, tần số được thay đổi bởi biến trở 1KW, 1/2W được lắp vào biến tần qua cổng VR, V1 và CM



Trạm nối gắn biến trở đầu vào analog 0, 10VDC:



BIẾN TẦN

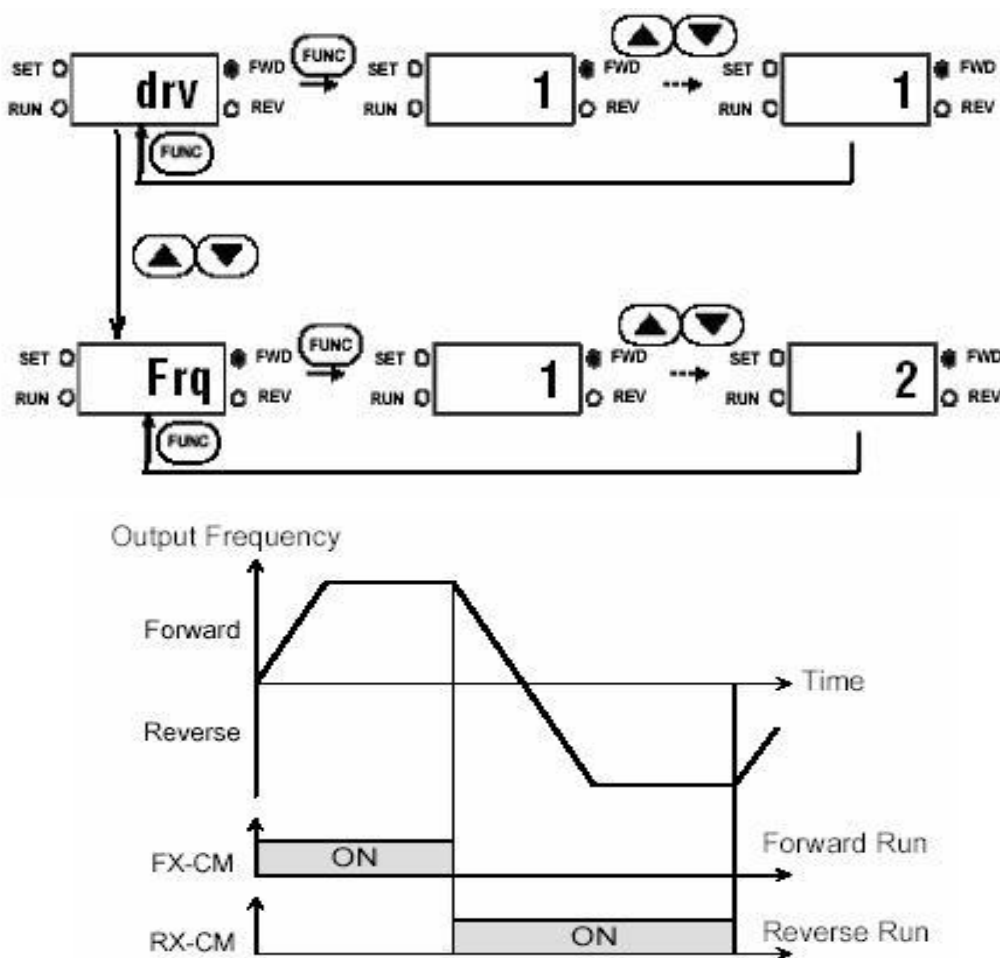
ỨNG DỤNG 3: Điều khiển chạy động cơ từ nút nhấn được nối vào cổng Fx hay Rx

(Khi Fx–CM được nối thì động cơ sẽ chạy thuận hoặc Rx-CM được nối thì động cơ sẽ chạy ngược) và thay đổi tần số từ biến trở.

- Giá trị thay đổi: Drv = 1 (Fx/Rx-1) và Frq = 2 (đầu vào tần số chuẩn analog từ 0, 10VDC)

- Cách điều khiển: Hai chân Fx và CM được nối qua một nút nhấn và Rx và CM được nối qua một nút nhấn khác. Tần số được thay đổi bởi biến trở 1KW, 1/2W được lắp vào biến tần qua cổng VR, V1 và CM.

Sơ đồ điều khiển của Fx và Rx:



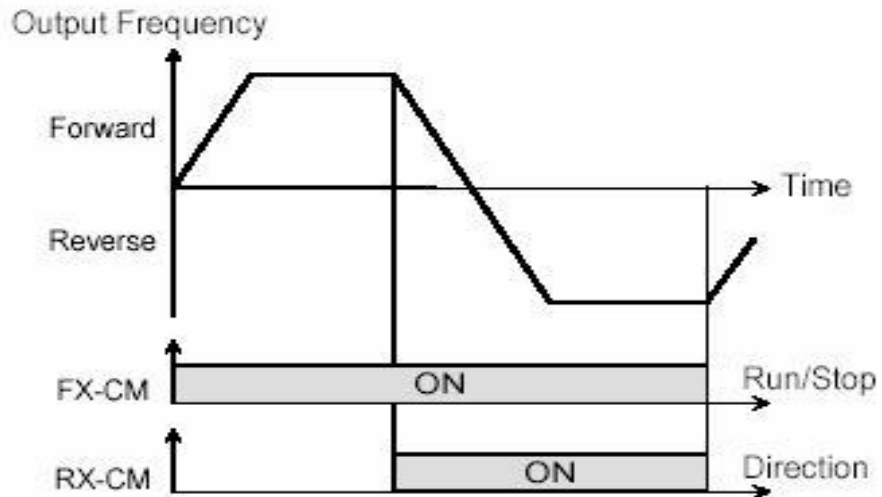
ỨNG DỤNG 4: Điều khiển chạy động cơ từ nút nhấn được nối vào cổng Fx hay Rx (Fx –CM được xem giống như nút Run/Stop còn Rx-CM có chức năng đổi chiều cho động cơ) và thay đổi tần số từ biến trở.

- Giá trị thay đổi: Drv = 2 (Fx/Rx-2) và Frq = 2 (đầu vào tần số chuẩn analog từ 0

- 10VDC)

-Cách điều khiển: Hai chân Fx và CM được nối qua một nút nhấn và Rx và CM được nối qua một nút nhấn khác. Tần số được thay đổi bởi biến trở 1KW, 1/2W được lắp vào biến tần qua cổng VR, V1 và CM. Ngoài ra còn có các thông số liên quan trong nhóm I/O: I/O-3, I/O-4, I/O-5, I/O-6(xem thêm catalogue để biết thêm chi tiết).

Sơ đồ điều khiển của Fx và Rx:

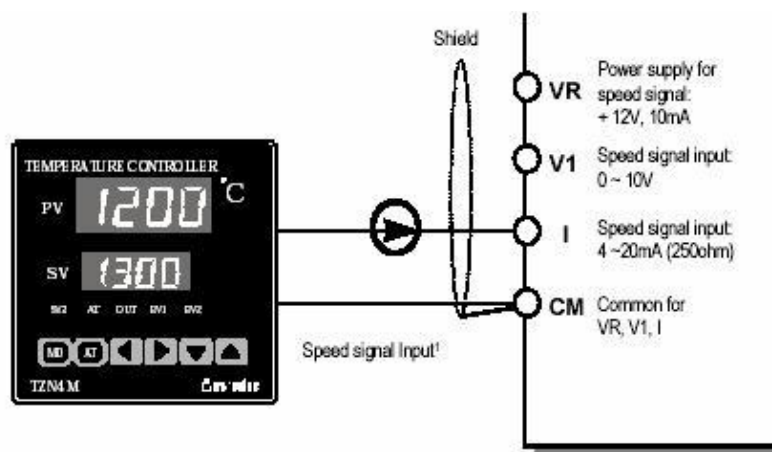


ỨNG DỤNG 5: Điều khiển chạy động cơ từ nút nhấn được nối vào cổng Fx hay Rx (Fx-CM được xem giống như nút Run/Stop còn Rx-CM có chức năng đổi chiều cho động cơ) và thay đổi tần số một thiết bị ngoại vi như đồng hồ nhiệt, đồng hồ áp suất, ... có đầu ra là tín hiệu analog 4 , 20mA.

- Giá trị thay đổi: $Drv = 2 (Fx/Rx-2)$ và $Frq = 3$ (đầu vào tần số chuẩn analog từ 4 , 20mA). Ngoài ra còn có các thông số liên quan trong nhóm I/O: I/O-7, I/O-8, I/O-9, I/O-10 (xem thêm catalogue để biết thêm chi tiết).

- Cách điều khiển: Hai chân Fx và CM được nối qua một nút nhấn và Rx và CM được nối qua một nút nhấn khác. Tần số được thay đổi bởi đầu ra của các thiết bị ngoại vi được nối vào cổng I và CM.

Đầu vào tín hiệu Analog 4 , 20mA của các thiết bị ngoại vi:



3.3. THỰC NGHIỆM TRÊN MÔ HÌNH

3.3.1. Lựa chọn biến tần và động cơ

+ Biến tần :LS iG5A

Công suất : 0.75Kw

Dải tần : 0.1 - 400 Hz

Điện áp ra : 380 – 460 V , 3 pha

Dòng tiêu thụ : 2.5 A

Nhiệt độ : -10 – 40 °C (14 – 104 °F)

Độ ẩm < 90 % RH

Áp lực : 86 – 106 kPa

+Động cơ : Bơm nước Trung Quốc

Điện áp : Δ/Y :220 /380v

Công suất : 0.75 kW

Tốc độ : 2800 vòng/phút

3.3.2. Khởi động động cơ bằng bấm nút trực tiếp trên mặt biến tần

Màn hình hiển thị của biến tần khi bật nguồn :



Ta có thể khởi động động cơ bằng việc bấm vào nút RUN trên biến tần và để dừng động cơ ta bấm vào nút STOP/RESET

Để thao tác trực tiếp trên biến tần ta cần cài đặt $DRV = 0$

Màn hình hiển thị cài đặt :



Màn hình hiển thị khi đã cài đặt :



3.3.3. Khởi động động cơ bằng bấm nút trên bảng điều khiển

Để thao tác khởi động và dừng trên bảng điều khiển ta phải đặt $DRV = 1$ lúc này phím bấm trên biên tần vô tác dụng

Màn hình hiển thị cài đặt :



Màn hình hiển thị khi đã cài đặt :



3.3.4. Khởi động mềm và dừng mềm

+ Khởi động mềm : DRV > ACC > ENTER. Chọn thời gian khởi động là 40s. Thay đổi số trên màn hình hiển thị là 40

Màn hình hiển thị khi cài thời gian khởi động :



Màn hình hiển thị khi đã đặt thời gian khởi động:



+ Dừng mềm : DRV > DEC > ENTER. Chọn thời gian dừng động cơ là 50s. Thay đổi số trên màn hình hiển thị là 50

Màn hình hiển thị khi cài thời gian dừng :



Màn hình hiển thị khi đã đặt thời gian dừng :



3.3.5. Chạy 3 tốc độ đặt trước và ở mỗi tốc độ có thể thay đổi tốc độ tùy ý

Đặt tốc độ Max cho biên tần : F21 đặt tốc độ cao nhất cho biên tần là

70 Hz

Màn hình hiển thị khi đặt tốc độ Max :



Màn hình hiển thị khi đã đặt tốc độ Max :



+ Đặt tốc độ 1 : DRV > ST1 đặt tốc độ 1 là 40Hz thay đổi số trên màn hình hiển thị là 40

Màn hình hiển thị khi đặt tốc độ 1 :



Màn hình hiển thị khi đã cài tốc độ 1 :



+ Đặt tốc độ 2 : DRV > ST2 đặt tốc độ 2 là 50Hz thay đổi số trên màn hình hiển thị là 50

Màn hình hiển thị khi cài tốc độ 2 :



Màn hình hiển thị khi đã cài tốc độ 2 :



+Đặt tốc độ 3 ;I > i30 đặt tốc độ 3 là 60Hz thay đổi số trên màn hình hiển thị là 60

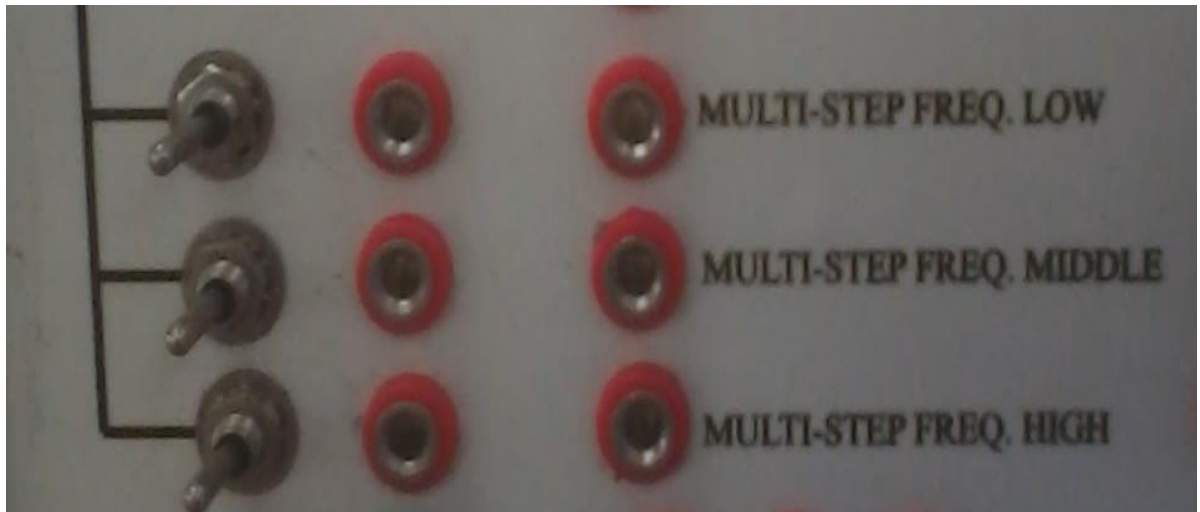
Màn hình hiển thị khi đặt tốc độ 3 :



Màn hình hiển thị khi đã đặt tốc độ 3 :



Công tắc điều khiển các tốc độ



3.3.6. Thay đổi tốc độ cơ bằng biến trở

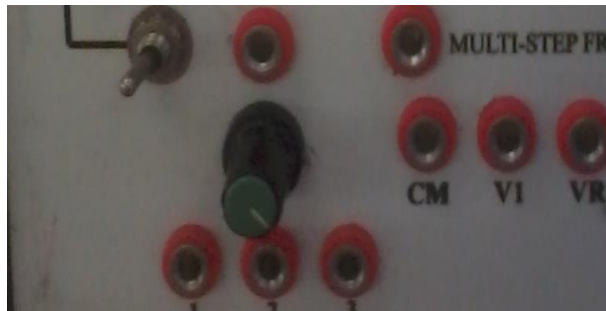
Để thay đổi tần số của biến tần bằng biến trở hoặc trực tiếp bấm nút trên biến tần ta phải thay đổi hệ số của FRQ



Đặt FRQ = 3 thay đổi tần số bằng biến trở :



Biến trở để thay đổi tốc độ

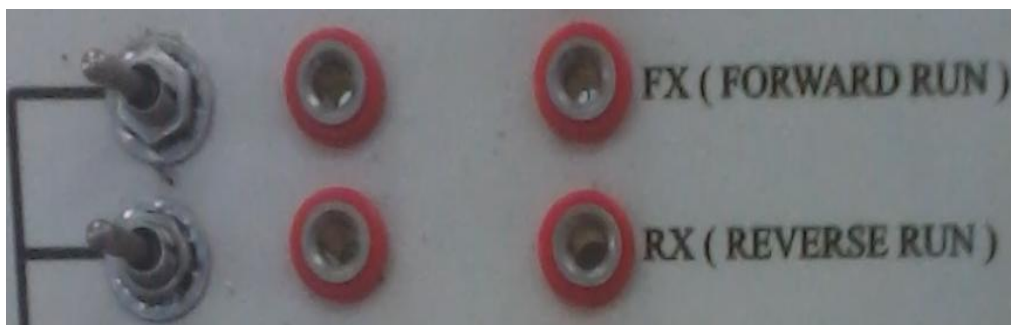


Đặt $FRQ = 0$ để thay đổi tốc độ trực tiếp trên biến tần



3.3.7. Đảo chiều động cơ bằng công tắc trên bảng điều khiển

Thực hiện đảo chiều quay động cơ ta bật công tắc quay thuận hoặc quay nghịch trên bảng điều khiển



KẾT LUẬN

Sau một thời gian dài tìm hiểu tài liệu và thực hiện đề tài “Nghiên cứu ứng dụng biến tần LS iG5A dùng cho khởi động và điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ ba pha lồng sóc” đã giúp em có cái nhìn tổng quan về biến tần và đã xây dựng thành công mô hình điều khiển động cơ dị bộ ba pha lồng sóc thông qua biến tần LS iG5A. Đồng thời giúp em củng cố lại kiến thức về máy điện, trang bị điện, điện tử công suất... đã học trong suốt thời gian vừa qua.

Đề tài hoàn thành với những công việc được tác giả thực hiện :

- Nghiên cứu tổng quát các phương pháp khởi động động cơ.
- Nghiên cứu về nguyên lý và cấu tạo của biến tần.
- Thực hiện kết nối biến tần để khởi động và điều khiển động cơ.

Đây là đề tài mang tính ứng dụng cao rất phù hợp với yêu cầu khai thác hiện nay trong công nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn tới Th.S Nguyễn Đoàn Phong người đã trực tiếp tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện giúp em hoàn thành đồ án này. Em xin cảm ơn các thầy cô giáo trong khoa điện, các bạn sinh viên lớp ĐCL501 đã luôn giúp đỡ em trong học tập những năm qua.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày tháng năm 2013

Sinh viên thực hiện

Bùi Đức Trọng

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ	2
1.1. MỞ ĐẦU	2
1.2. CẤU TẠO	2
1.2.1. Cấu tạo của stato	3
1.2.2. Cấu tạo của rotor	3
1.2.3. Nguyên lý hoạt động	4
1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ...	5
1.3.1. Đặt vấn đề.....	5
1.3.2. Khởi động động cơ dị bộ.....	6
1.4. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ.....	8
1.4.1. Thống kê năng lượng của động cơ.....	8
1.4.2. Moment quay (moment điện từ) của động cơ dị bộ.	9
1.4.3. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ ba pha.	10
1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ	12
1.5.1. Điều chỉnh động cơ dị bộ bằng cách thay đổi tần số nguồn	13
1.5.2. Phương pháp điều chỉnh $U/f = \text{const}$	14
1.5.3. Chọn phương pháp điều chỉnh tốc độ	16
CHƯƠNG 2. TÌM HIỂU CHUNG VỀ BIẾN TẦN	17
2.1. KHÁI QUÁT BIẾN TẦN VÀ TẦM QUAN TRỌNG CỦA BIẾN TẦN ...	17
2.2. PHÂN LOẠI BIẾN TẦN.....	19
2.2.1. Biến tần trực tiếp.....	19
2.2.2. Biến tần gián tiếp	21

2.3. SƠ ĐỒ CẤU TRÚC VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA BIẾN TẦN.	24
2.3.1. Cấu trúc cơ bản của một bộ biến tần.....	24
2.3.2. Nguyên lý hoạt động	24
CHƯƠNG 3.KẾT NỐI BIẾN TẦN IG5A VỚI ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA LỒNG SÓC	26
3.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ HÃNG LG TẠI VIỆT NAM	26
3.2. BIẾN TẦN LS IG5A	27
3.2.2. Các tính năng nổi bật.....	28
3.2.3. Thông số kĩ thuật.....	29
3.2.4. Các đầu vào ra	30
3.3. KẾT NỐI BIẾN TẦN VỚI ĐỘNG CƠ.....	31
3.4. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG BIẾN TẦN IG5A.	32
3.4.1. Cài đặt các thông số cho biến tần.....	32
3.4.2. Khởi động động cơ với các chế độ điều khiển.....	33
3.3. THỰC NGHIỆM TRÊN MÔ HÌNH.....	38
3.3.1. Lựa chọn biến tần và động cơ	38
3.3.2. Khởi động động cơ bằng bấm nút trực tiếp trên mặt biến tần	38
3.3.3. Khởi động động cơ bằng bấm nút trên bảng điều khiển.....	39
3.3.4. Khởi động mềm và dừng mềm.....	40
3.3.5. Chạy 3 tốc độ đặt trước và ở mỗi tốc độ có thể thay đổi tốc độ tùy ý..	42
3.3.6.Thay đổi tốc độ động cơ bằng biến trở	47
3.3.7. Đảo chiều động cơ bằng công tắc trên bảng điều khiển	48
KẾT LUẬN	49

