
LỜI NÓI ĐẦU

Là sinh viên năm 4 của trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội, việc học tập nghiên cứu và áp dụng vào những vấn đề thực tế là điều thực sự rất quan trọng và góp phần củng cố thêm lý thuyết đã được học, đặc biệt là việc làm các đồ án môn học, ngày nay với sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghiệp, tại các trung tâm công nghiệp và thương mại phát sinh nhu cầu lớn về xây dựng các nhà cao tầng nhằm tiết kiệm đất đai do dân số trong xã hội ngày càng tăng và nhằm đô thị hoá ở các thành phố lớn. Bên cạnh đó dân số của các đô thị ngày càng tăng dẫn đến mật độ dân số ở các thành phố tăng ngày càng cao.

Truyền động điện là công đoạn cuối cùng của một công nghệ sản xuất. Trong dây truyền sản xuất tự động hiện đại, truyền động đóng góp vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Ngày nay, cùng với những tiến bộ của kỹ thuật điện tử công suất và tin học, các hệ truyền động cũng ngày càng phát triển và có nhiều thay đổi đáng kể nhờ việc áp dụng những tiến bộ trên. Cụ thể là các hệ truyền động hiện đại không những đáp ứng được độ tác động nhanh, độ chính xác điều chỉnh cao mà còn có giá thành hạ hơn nhiều thế hệ cũ, đặc điểm này rất quan trọng trong việc đưa những kết quả nghiên cứu trong kỹ thuật vào thực tế sản xuất. Vấn đề thang máy cũng yêu cầu có một hệ truyền động phù hợp với các công nghệ được đưa ra.

Sau thời gian nghiên cứu học tập môn **Tổng hợp hệ điện cơ** em được giao đề tài thiết kế môn học với nội dung: **Thiết kế hệ truyền động cho thang máy chở người**. Nhằm mục đích hiểu sâu môn học cũng như tìm hiểu về một công nghệ vẫn còn khá mới ở nước ta.

Được sự hướng dẫn trực tiếp và tận tình của thầy giáo: **Nguyễn Quang Định**, em đã hoàn thành đồ án được giao.

Nội dung của đồ án chia làm 6 chương, cụ thể như sau:

Chương 1: Tìm hiểu công nghệ. Nội dung của chương này đề cập tới trang thiết bị của thang máy, một số cách phân loại thang máy, các yêu cầu về công nghệ cũng như yêu cầu về truyền động và điều khiển, các chú ý khi vận hành thang máy...

Chương 2: Tính chọn động cơ Nội dung của chương này trình bày cách xây dựng các biểu thức phục vụ việc tính chọn công suất cho động cơ truyền động thang máy và tính toán theo số liệu đặt ra trong đồ án, chọn sơ bộ động cơ, và kiểm nghiệm lại động cơ theo các yêu cầu công nghệ.

Chương 3: Phân tích và lựa chọn phương án: Nội dung của chương này là tiến hành phân tích các hệ truyền động điện dựa theo yêu cầu công nghệ và kết quả tính chọn công suất động cơ, chỉ ra ưu, nhược điểm, phạm vi ứng dụng, để chọn ra loại hệ truyền động động cơ phù hợp với yêu cầu công nghệ của đồ án.

Chương 4: Thiết kế mạch lực Nội dung chương này là thiết kế mạch lực, bao gồm tính chọn các van bán dẫn và các thiết bị đo.

Chương 5: Xây dựng cấu trúc hệ truyền động và mô phỏng: Nội dung của chương này trình bày mô tả toán học của ĐCKĐB trong các hệ tọa độ, phân tích phương pháp điều khiển vector tựa từ thông rotor FOC, tổng hợp và thiết kế các bộ điều khiển để đạt được chỉ

tiêu chất lượng như mong muốn. Từ các phân tích ở trên, tiến hành mô phỏng hệ thống truyền động trên Matlab/Simulink, kiểm định lại việc tính chọn và thiết kế.

Mặc dù em đã rất cố gắng trong việc thiết kế, nhưng do kiến thức của em có hạn nên chắc chắn không tránh khỏi những hạn chế nhất định, sự chỉ bảo tận tình của thầy cô là những kiến thức quý báu cho em ngay còn khi trong ghế nhà trường cũng như công việc thực tế sau này. Em mong các thầy đóng góp ý kiến để đồ án được hoàn thiện hơn.

Hà Nội, ngày 28 tháng 12 năm 2012

Sinh viên thực hiện

Lê Ngọc Phương

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ THANG MÁY

1.1 Khái niệm chung về thang máy

Thang máy là một thiết bị vận tải chuyên dùng để vận chuyển người, hàng hóa, vật liệu... theo phương thẳng đứng.

Thang máy được lắp đặt trong các tòa nhà cao tầng, khách sạn, công sở, chung cư, bệnh viện, các đài quan sát, công xưởng... Đặc điểm vận chuyển bằng thang máy so với các phương tiện khác là thời gian vận chuyển của một chu kỳ vận chuyển nhỏ, tần suất vận chuyển lớn, đóng mở máy liên tục.

1.2 Cấu trúc chung của thang máy

Tất cả các thiết bị được bố trí trong giếng buồng thang (khoảng không gian từ trần của tầng cao nhất đến mức sân tầng 1), trong buồng máy (trên trần của tầng cao nhất) và hố buồng thang (dưới mức sân tầng). Bố trí các thiết bị của thang máy được biểu diễn như *Hình 1.1*

1.2.1 Thiết bị lắp trong buồng máy

❖ Cơ cấu nâng

Trong buồng máy có lắp đặt hệ thống tời nâng - hạ buồng thang (cơ cấu nâng) tạo ra lực kéo chuyển động buồng thang và đối trọng. Cơ cấu nâng gồm có các bộ phận :

- Bộ phận kéo cáp (puli hoặc tang quấn cáp)
- Hộp giảm tốc
- Phanh hãm điện từ
- Động cơ truyền động

Cơ cấu nâng không có hộp tốc độ thường được sử dụng trong các thang máy tốc độ cao.

❖ Tủ điện: Trong tủ điện lắp ráp cầu dao tổng, cầu chì các loại, công tắc tơ và role trung gian.

❖ Puli dẫn hướng

❖ Bộ phận hạn chế tốc độ: Làm việc phối hợp với phanh bảo hiểm bằng cáp liên động để hạn chế tốc độ di chuyển của buồng thang.

1.2.2 Thiết bị lắp trong giếng thang máy

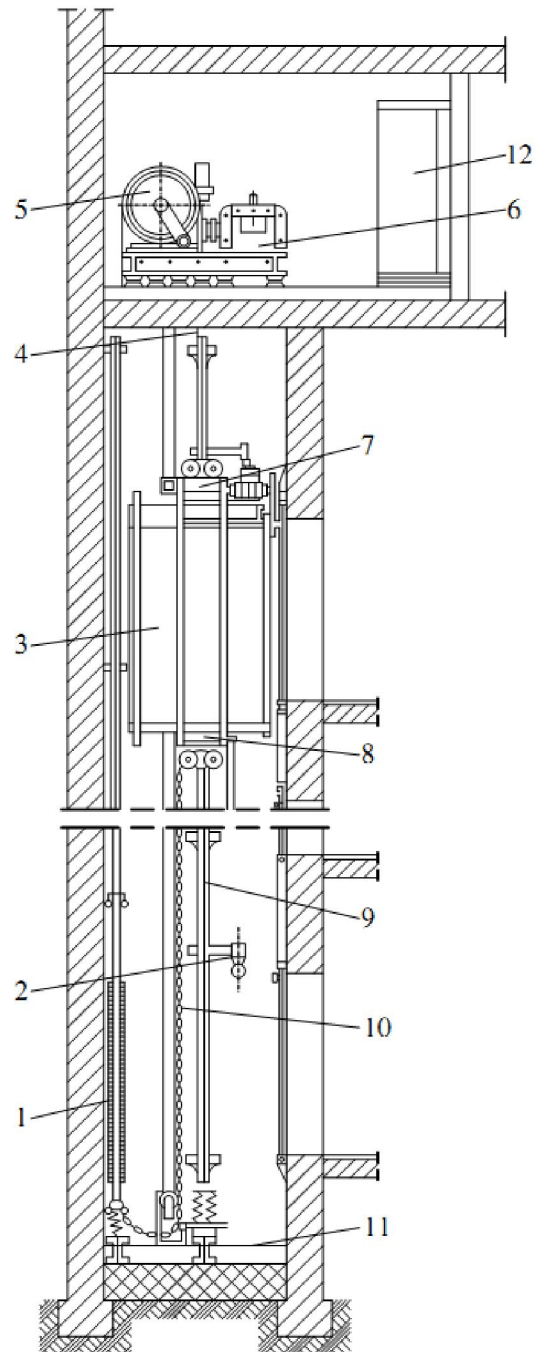
❖ Buồng thang

Trong buồng thang lắp đặt hệ thống nút bấm điều khiển, hệ thống đèn báo, đèn chiếu sáng buồng thang, công tắc điện liên động với sàn buồng thang và điện thoại liên lạc với người ngoài trong trường hợp mất điện. Cung cấp điện cho buồng thang bằng dây cáp mềm. Nơi người và hàng hóa đứng khi vận chuyển.

❖ Hệ thống cáp treo: Là hệ thống cáp hai nhánh, một đầu nối với buồng thang và đầu còn lại nối với đối trọng cùng với puli dẫn hướng.

❖ Bộ phận cảm biến vị trí: Dùng để chuyển đổi tốc độ động cơ, dừng buồng thang ở mỗi tầng và hạn chế hành trình nâng hạ của thang máy.

1. Đối trọng
2. công tắc hành trình
3. Buồng thang
4. Dây cáp truyền
5. Puli
6. Động cơ dẫn động
7. Giá treo
8. Đế cabin
9. Thanh ray
10. Xích hạn chế tốc độ
11. Tầng hầm
12. Tủ điều khiển



Hình 1.1 :Kết cấu và bố trí thiết bị của thang máy

1.2.3 Thiết bị lắp đặt trong hố giếng thang máy

Trong hố giếng thang máy lắp đặt hệ thống giảm xóc (là hệ thống giảm xóc và giảm xóc thủy lực) tránh sự va đập của buồng thang và đối trọng xuống sàn của giếng thang máy trong trường hợp công tắc hành trình hạn chế hành trình xuống bị sự cố (không hoạt động).

1.2.4 Các thiết bị chuyên dùng trong thang máy

➤ Phanh hãm điện từ

Về kết cấu, cấu tạo, nguyên lý hoạt động giống như phanh hãm điện từ dùng trong các cơ cấu của cầu trục.

➤ Phanh bảo hiểm (phanh dũa, cơ cấu tổ đóp)

Có nhiệm vụ hạn chế tốc độ di chuyển của buồng thang vượt quá giới hạn cho phép và giữ chặt buồng thang tại chỗ bằng cách ép vào hai thanh dẫn hướng trong trường hợp bị đứt cáp treo.

❖ Cảm biến vị trí

Các bộ cảm biến vị trí dùng để :

- Phát lệnh dừng buồng thang ở mỗi tầng
- Chuyển đổi tốc độ động cơ truyền động từ tốc độ cao sang tốc độ thấp khi buồng thang lên gần đến tầng cần dừng, để nâng cao độ dừng chính xác
- Xác định vị trí buồng thang

1.3 Phân loại thang máy

1.3.1 Phân loại theo chức năng

- Thang máy chở người trong các nhà cao tầng
- Thang máy dùng trong bệnh viện
- Thang máy dùng trong công nghiệp để chở thiết bị, máy móc, vật liệu, quặng...
- Thang máy dùng trong nhà ăn, thư viện

1.3.2 Phân loại theo tốc độ dịch chuyển

- Thang máy tốc độ thấp
 - Tốc độ : $v \leq 1 \text{ m/s}$
- Thang máy tốc độ trung bình
 - Tốc độ: $v = 0.75 \div 1,5 \text{ m/s}$
 - Thường dùng trong các tòa nhà có từ 6÷12 tầng
- Thang máy tốc độ cao
 - Tốc độ: $v = 2,5 \div 3,5 \text{ m/s}$
 - Thường dùng trong các tòa nhà có số tầng: $m_t > 16$ tầng
- Thang máy tốc độ rất cao (siêu tốc)
 - Tốc độ: $v > 5 \text{ m/s}$
 - Thường dùng trong các tòa tháp cao tầng

1.3.3 Phân loại theo tải trọng

- Thang máy loại nhỏ: $Q < 160 \text{ kg}$
- Thang máy loại trung bình: $Q = 500 \div 2000 \text{ kg}$
- Thang máy loại lớn: $Q > 2000 \text{ kg}$

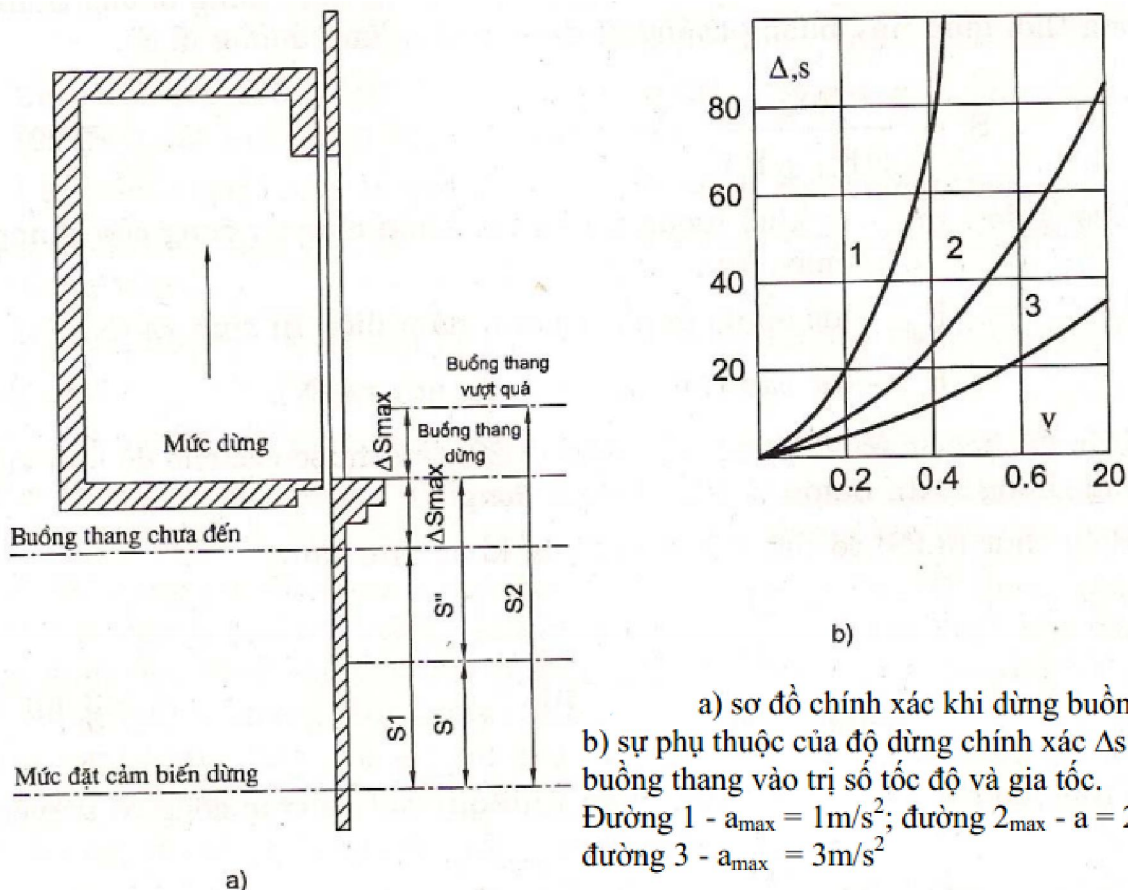
1.4 Yêu cầu công nghệ, truyền động

1.4.1 Dừng chính xác buồng thang

Buồng thang máy phải được dừng chính xác so với mặt bằng của tầng cần đến sau khi hãm dừng. Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ xảy ra các hiện tượng sau :

- Đối với thang máy chở khách: làm khách ra vào khó khăn, tăng thời gian ra - vào, giảm hiệu suất phục vụ của thang máy.

Độ dừng chính xác của buồng thang được đánh giá bằng đại lượng ΔS (nửa hiệu số của 2 quãng đường của buồng thang trượt đi được từ khi phanh hãm điện từ tác động đến khi buồng thang dừng hẳn khi có tải và không có tải theo cùng một hướng di chuyển của buồng thang).



Hình 1.2 Dừng chính xác buồng thang

Các thông số ảnh hưởng đến độ chính xác khi dừng buồng thang gồm:

- J momen quán tính của phần chuyển động của buồng thang
- Δt quán tính điện từ của các phần tử chấp hành trong sơ đồ điều khiển của thang máy
- M_{ph} , M_c momen do cơ cấu phanh hãm điện từ sinh ra và tải trọng của thang máy
- v_0 tốc độ di chuyển của buồng thang khi bắt đầu hãm dừng.

3 thông số đầu tiên đối với 1 thang máy có thể coi như không đổi và thông số v_0 là thông số quyết định nhất. Độ dừng chính xác cho phép $\Delta S_{max} \leq \pm 20mm$.

1.4.2 Tốc độ di chuyển buồng thang

Tốc độ di chuyển của buồng thang quyết định đến năng suất của thang máy và có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với các nhà cao tầng nhưng việc tăng tốc độ lại làm tăng thêm chi phí đầu tư và vận hành. Nếu tăng tốc độ của thang máy từ $v=0,75(m/s)$ lên $v=3,5(m/s)$ thì giá thành sẽ tăng lên 4÷5(lần), bởi vậy tùy vào độ cao của tòa nhà mà phải chọn thang máy có tốc độ phù hợp với tốc độ tối ưu, đáp ứng đầy đủ các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật.

1.4.3 Gia tốc lớn nhất cho phép

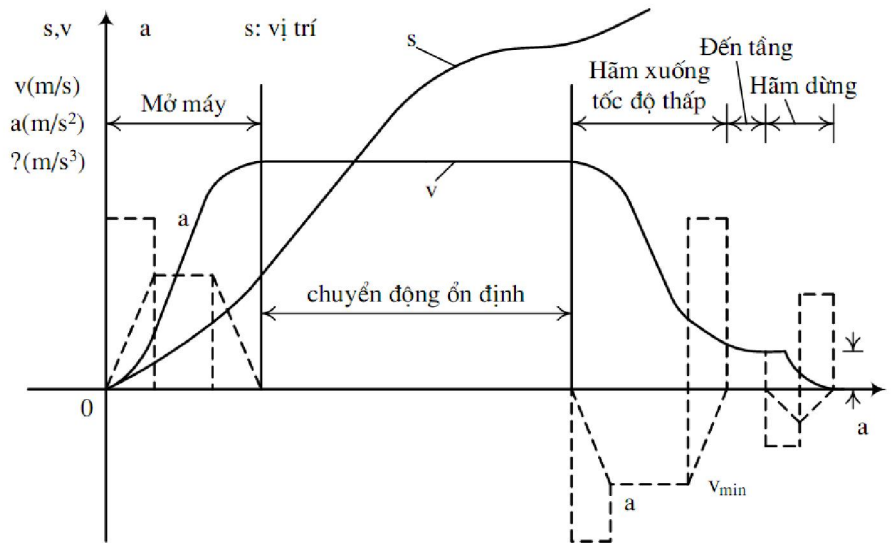
Trị số tốc độ di chuyển trung bình của thang máy có thể tăng bằng cách giảm thời gian tăng tốc của hệ truyền động thang máy (tăng gia tốc) nhưng khi buồng thang di chuyển với gia tốc quá lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (chóng mặt, ngạt thở...). Gia tốc tối ưu thường chọn: $a \leq 2 \text{ m/s}^2$.

Độ giật (ρ): Tốc độ tăng của gia tốc khi mở máy và tốc độ giảm của gia tốc khi hãm máy quyết định sự di chuyển êm của buồng thang

$$\rho = \frac{da}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{d^3s}{dt^3}$$

Khi gia tốc $a \leq 2 \text{ m/s}^2$ trị số độ giật tốc độ tối ưu là: $\rho < 20 \text{ m/s}^3$

Ta có biểu đồ làm việc tối ưu cho thang máy tốc độ trung bình và tốc độ cao.



Hình 1.3: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của s , gia tốc a và độ giật ρ theo thời gian

Biểu đồ tối ưu sẽ đạt được nếu dùng hệ truyền động điện 1 chiều hoặc dùng hệ biến tần-động cơ xoay chiều. Nếu dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc hai cấp tốc độ, biểu đồ làm việc đạt được gần với biểu đồ tối ưu.

Đối với thang máy tốc độ chậm, biểu đồ làm việc chỉ có giai đoạn: thời gian tăng tốc (mở máy), di chuyển với tốc độ ổn định và hãm dừng.

1.4.4 Phạm vi điều chỉnh tốc độ

Trong thang máy phạm vi điều chỉnh tốc độ được tính bởi tỷ số giữa tốc độ di chuyển lớn nhất và tốc độ di chuyển nhỏ nhất. Thông thường đối với thang máy phạm vi điều chỉnh tốc độ $D=3 \div 10$.

1.4.5 Đặc điểm phụ tải của thang máy

a. Phụ tải có tính chất thế năng

Phụ tải của thang máy thay đổi trong một phạm vi rất rộng, nó phụ thuộc vào lượng hành khách đi lại trong một ngày đêm và hướng vận chuyển hành khách. Bởi vậy ta phải tính cho phụ tải “xung” cực đại.

Phương trình đặc tính cơ của máy sản xuất :

$$M_C = M_{C_0} + (M_{dm} + M_{C_0}) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^\alpha$$

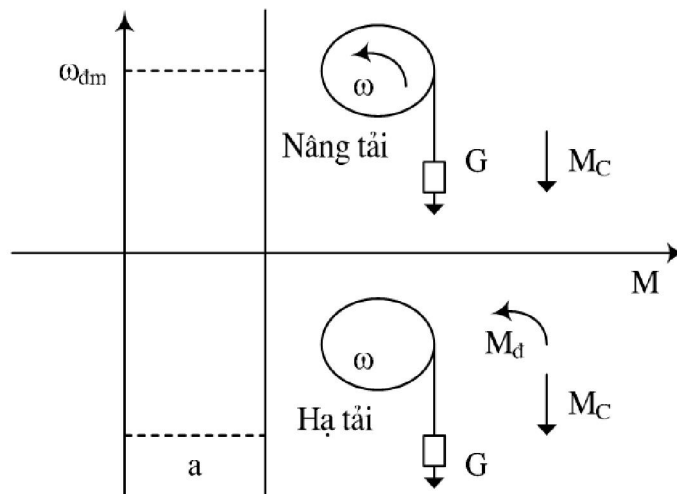
Trong đó :

- M_C :momen ứng với tốc độ ω
- M_{C_0} :momen ứng với tốc độ $\omega=0$
- M_{dm} :momen ứng với tốc độ định mức ω_{dm}

Biểu thức đặc tính cơ của thang máy :

$$M_C = M_{dm} = const$$

Điều này có thể giải thích là momen của cơ cấu do trọng lực của tải trọng gây ra.Khi tăng dự trữ thế năng (nâng tải),momen thế năng có tác dụng cản trở chuyển động,tức là hướng ngược chiều quay động cơ.Khi giảm thế năng (hạ tải),momen thế năng lại là momen gây ra chuyển động,nghĩa là nó hướng theo chiều quay động cơ.



Hình 1.4: Đồ thị biểu diễn quá trình nâng và hạ tải của thang máy

Đặc tính $M_c(\omega)$ nằm ở cả bốn góc phần tư.

A_1 : Nâng cabin đầy tải tốc độ cao

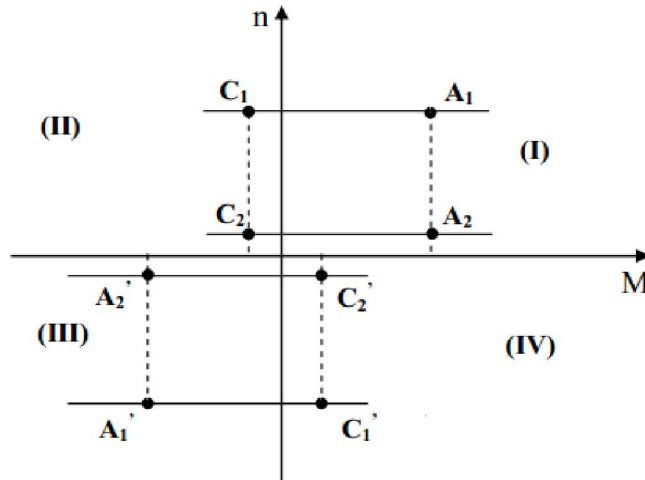
A_2 : Nâng cabin đầy tải tốc độ thấp (chuẩn bị dừng khi đến sàn tầng)

A_1' : Hạ cabin đầy tải tốc độ cao

A_2' : Hạ cabin đầy tải tốc độ thấp (chuẩn bị dừng khi đến sàn tầng)

C_1, C_2 : Hãm khi giảm tốc độ từ cao xuống thấp ở chế độ nâng

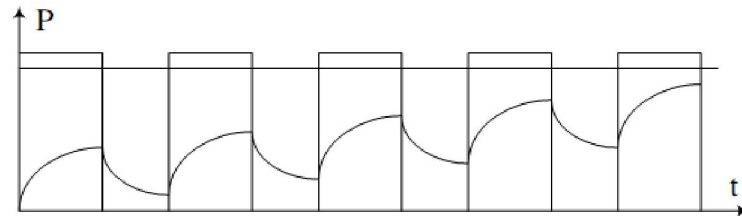
C_1', C_2' : Hãm khi giảm tốc độ từ cao xuống thấp ở chế độ hạ



Hình 1.5 : Đồ thị đặc tính cơ của thang máy

b. Thang máy làm việc ở chế độ ngắt hạn lặp lại

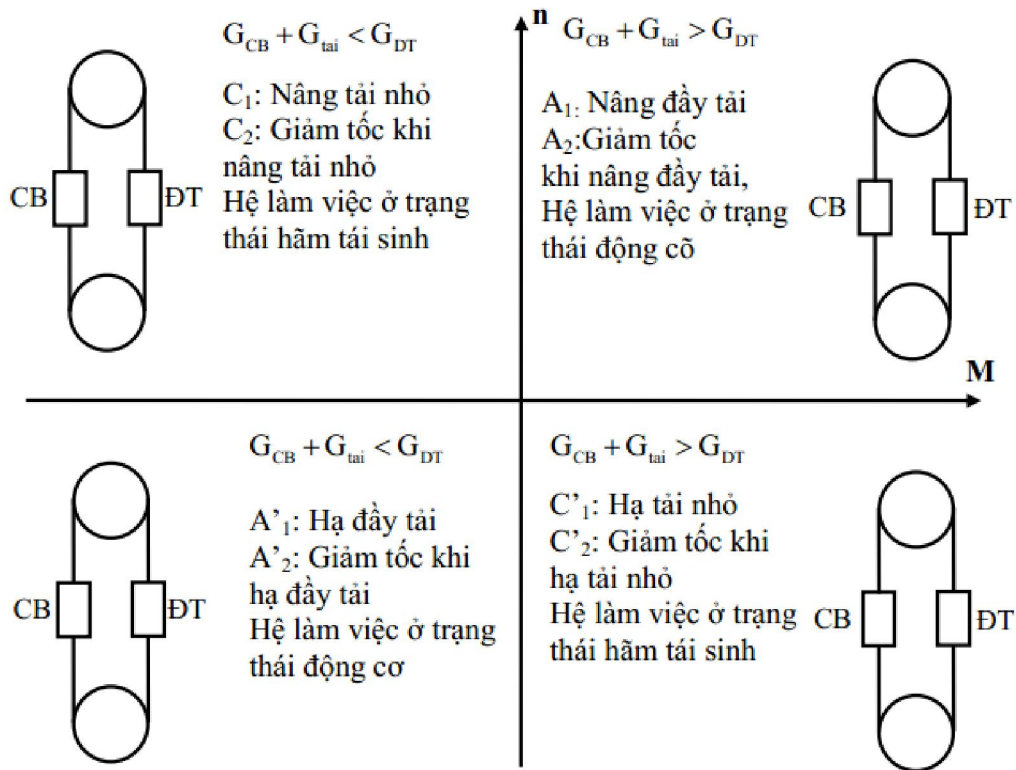
Phụ tải mang tính chất lặp lại thay đổi, thời gian làm việc và nghỉ xen kẽ nhau. Nhiệt phát nóng của động cơ chưa đạt đến mức bão hòa đã giảm do mất tải, nhiệt độ suy giảm chưa tới giá trị ban đầu lại tăng lên do tải.



Hình 1.6 : Đồ thị phát nhiệt của động cơ

c. Sự thay đổi chế độ làm việc của động cơ

Động cơ trong mỗi lần hoạt động đều thực hiện đầy đủ các quá trình khởi động, kéo tải ổn định và hãm dừng. Nghĩa là có sự chuyển đổi liên tục từ chế độ động cơ sang chế độ máy phát. Thang máy khởi động đạt đến tốc độ định mức sau đó chuyển động ổn định với tốc độ đó trong một lần chuyển động.



Hình 1.7 Các chế độ làm việc của động cơ

CHƯƠNG II :TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

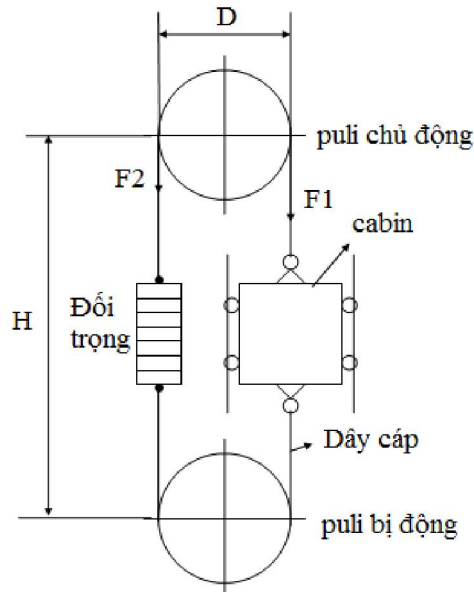
2.1 PHÂN TÍCH BÀI TOÁN

Các bước tính chọn công suất động cơ:

- Chọn sơ bộ công suất động cơ dựa trên công suất cần tính.
- Xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần có tính đến phụ tải trong chế độ quá độ.
- Kiểm tra công suất động cơ đã chọn theo điều kiện khởi động, điều kiện quá tải momen, điều kiện phát nhiệt (theo phương pháp dòng đẳng trị hoặc momen đẳng trị)

Các thông số kỹ thuật :

- Số tầng: $n=6$
- Chiều cao mỗi tầng nhà : $h_0=4.5$ [m]
- Tốc độ chuyển động : $v=1$ [m/s]
- Gia tốc cực đại : $a_{max}=1,5$ [m/s²]
- Trọng lượng cabin : $G_0=900$ [kg]
- Tải cực đại : $G_{dm}=500$ [kg]
- Đường kính puli: $D=0,4$ [m]



Hình 2.1: Sơ đồ động học của thang máy

Đặt thêm một số thông số cần thiết:

- g_c : khối lượng một đơn vị dài dây cáp [kg/m]
- h_{dt} : chiều cao đối trọng [m]
- h_{cb} : chiều cao cabin [m]
- g : gia tốc trọng trường [m/s²]
- G_{dt} : khối lượng của đối trọng:

$$G_{dt} = G_o + \alpha \cdot G_{dm} \quad (2.1)$$

α : hệ số cân bằng ($\alpha=0.3 \div 0.6$)

G_{dm} : khối lượng tải trọng định mức

Chọn $\alpha=0,4$ do phần lớn các thang máy chở người chỉ vận hành đầy tải những giờ cao điểm, thời gian còn lại luôn làm việc non tải.

❖ Tính chọn công suất động cơ với chế độ tải trọng đồng đều thực hiện theo các bước sau :

1. Tính lực kéo đặt lên puli cáp kéo buồng thang (chất đầy tải) ở tầng dưới cùng và các lần dừng tiếp theo:

Các lực tác động lên puli chủ động theo các nhánh cáp là :

$$\text{- Bên phía cabin : } F_1 = [G_o + G + g_c(H - h_{cb})].g \quad [N] \quad (2-2)$$

$$\text{- Bên phía đối trọng : } F_2 = [G_{dt} + g_c(H - h_{dt})].g \quad [N] \quad (2-3)$$

Lực tác dụng lên puli chủ động khi nâng tải và hạ tải tạo momen quay là :

$$\text{- Lực nâng tải : } F_n = F_1 - F_2 = (G_o + G - G_{dt}).g + g_c(h_{dt} - h_{cb}).g \quad [N] \quad (2-4)$$

$$\text{- Lực hạ tải : } F_h = F_2 - F_1 = (G_{dt} - G_o - G).g + g_c(h_{cb} - h_{dt}).g \quad [N] \quad (2-5)$$

Trong đó:

g_c : Khối lượng một đơn vị dài dây cáp (kg/m)

h_{dt} và h_{cb} : Chiều cao đối trọng và Cabin (m)

Để đơn giản, giả sử: $h_{dt}=h_{cb}$. Khi đó:

$$\text{- Lực nâng tải : } F_n = F_1 - F_2 = (G_o + G - G_{dt}).g = (G - \alpha.G_{dm}).g \quad [N] \quad (2-6)$$

$$\text{- Lực hạ tải : } F_h = F_2 - F_1 = (G_{dt} - G_o - G).g = (\alpha.G_{dm} - G).g \quad [N] \quad (2-7)$$

2. Tính momen tương ứng lực kéo :

$$M = \frac{F.R}{i.\eta} \quad [Nm] \quad \text{với } F > 0 \quad (2-8)$$

$$M = \frac{F.R}{i}.\eta \quad [Nm] \quad \text{với } F < 0 \quad (2-9)$$

Trong đó :

- R: bán kính của puli kéo cáp. [m]
- i: tỷ số truyền của cơ cấu nâng
- η : hiệu suất của cơ cấu nâng

Công suất tính của động cơ khi nâng tải và hạ tải của động cơ được tính cho trường hợp nâng và hạ đầy tải :

Trên thực tế, phải tính đến hệ số ma sát giữa thanh dẫn hướng và đối trọng, $k=1,15 \div 1,3..$

- Nâng đầy tải ($G=G_{dm}$) thì $F_n = (1 - \alpha).G_{dm}.g$

$$P_{1n} = \frac{F_n.v.k}{1000.\eta} = \frac{(1 - \alpha).G_{dm}.g.v.k}{1000.\eta} \quad (2-10)$$

- Nâng không tải ($G=0$) thì $F_n = -\alpha.G_{dm}.g$

$$P_{0n} = \frac{F_n.v}{1000.k}.\eta = \frac{-\alpha.G_{dm}.v.g}{1000.k}.\eta \quad (2-11)$$

- Hạ đầy tải ($G=G_{dm}$) thì $F_h = (\alpha - 1).G_{dm}.g$

$$P_{1h} = \frac{F_h.v}{1000.k}.\eta = \frac{(\alpha - 1).G_{dm}.v.g}{1000.k}.\eta \quad (2-12)$$

- Hạ không tải ($G=0$) thì $F_h = \alpha.G_{dm}.g$

$$P_{0h} = \frac{F_h.v}{1000.\eta}.k = \frac{\alpha.G_{dm}.v.g}{1000.\eta}.k \quad (2-13)$$

Trong đó:

- P_{1n} : ứng với trường hợp động cơ làm việc chế độ nâng tải [kW]
- P_{1h} : ứng với chế độ động cơ làm việc chế độ hạ tải [kW]

- η : hiệu suất bộ truyền
- 3. Tính tổng thời gian hành trình nâng hạ của buồng thang bao gồm :
 - Thời gian buồng thang di chuyển với tốc độ ổn định.
 - Thời gian tăng tốc, thời gian hãm.
 - Thời gian phụ khác: thời gian đóng - mở cửa, thời gian ra vào buồng thang của hành khách.
- 4. Dựa trên kết quả các bước tính toán trên, tính momen đẳng trị và tính chọn công suất động cơ đảm bảo thỏa mãn điều kiện: $M \geq M_{dt}$
- 5. Xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần của hệ truyền động có tính đến quá trình quá độ, tiến hành kiểm nghiệm động cơ truyền động theo các bước nêu trên.

2.2 TÍNH TOÁN SƠ BỘ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

❖ 2.2.1 Xác định phụ tải tĩnh

Khối lượng đối trọng:

$$G_{dt} = G_o + \alpha G_{dm} = 900 + 0.4 \times 500 = 1100 \text{ kg}$$

Chọn $k=1,2$ ta tính được lực kéo đặt lên puli khi nâng đầy tải:

$$F_n = (G + G_o - G_{dt}) \cdot k \cdot g = (500 + 900 - 1100) \times 1.2 \times 9.81 = 3531.6 \text{ N}$$

Lực kéo đặt lên puli khi hạ đầy tải:

$$F_n = (-G - G_o + G_{dt}) \cdot k \cdot g = (-500 - 900 + 1100) \times 1.2 \times 9.81 = -3531.6 \text{ N}$$

❖ Công suất tĩnh của động cơ khi nâng đầy tải là:

$$P_{1n} = \frac{F_n \cdot v \cdot k}{1000 \cdot \eta} = \frac{(1 - \alpha) \cdot G_{dm} \cdot v \cdot g \cdot k}{1000 \cdot \eta} = \frac{(1 - 0,4) \cdot 500 \cdot 1,9,81 \cdot 1,2}{1000 \cdot 0,75} = 4,71 (\text{kW})$$

❖ Công suất tĩnh của động cơ khi hạ đầy tải là:

$$P_{1h} = \frac{F_h \cdot v}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{(\alpha - 1) \cdot G_{dm} \cdot v \cdot g}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{(0,4 - 1) \cdot 500 \cdot 1,9,81}{1000 \cdot 1,2} \cdot 0,75 = -1,84 (\text{kW})$$

❖ Công suất tĩnh của động cơ khi nâng không tải là:

$$P_{0n} = \frac{F_n \cdot v}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{-\alpha \cdot G_{dm} \cdot v \cdot g}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{-0,4 \cdot 500 \cdot 1,9,81}{1000 \cdot 1,2} \cdot 0,75 = -1,23 (\text{kW})$$

❖ Công suất tĩnh của động cơ khi hạ không tải là:

$$P_{0h} = \frac{F_n \cdot v}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{-\alpha \cdot G_{dm} \cdot v \cdot g}{1000 \cdot k} \cdot \eta = \frac{-0,4 \cdot 500 \cdot 1,9,81}{1000 \cdot 1,2} \cdot 0,75 = -1,23 (\text{kW})$$

❖ Momen tĩnh của động cơ khi nâng đầy tải là:

$$M_{1n} = \frac{FR}{i\eta} = \frac{3531,6 \cdot 0,2}{30 \cdot 0,75} = 31,39 (\text{Nm})$$

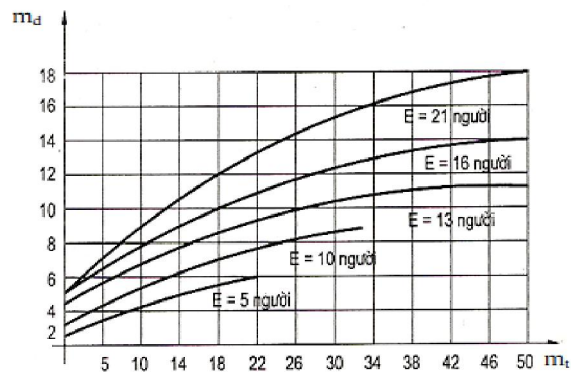
❖ Momen tĩnh của động cơ khi hạ đầy tải là:

$$M_{1h} = \frac{F_h R}{i} \eta = \frac{-3531,6 \cdot 0,2}{30} \cdot 0,75 = -17,66 (\text{Nm})$$

2.2.2 Xác định hệ số đóng điện tương đối

Để xác định hệ số đóng điện tương đối, ta xác định khoảng thời gian làm việc cũng như nghỉ của thang máy trong 1 chu kỳ lên xuống. Xét thang máy luôn làm việc với tải định mức: $G=G_{dm}=500(kg)$ tương đương với 10 người. Số lần dừng (theo xác suất) của buồng thang có thể tìm theo các đường cong hình dưới. Trong đó:

- m_d : Số lần dừng
- m_t : Số tầng
- E : Số người trên thang máy



Hình 2.2: Đường cong để xác định số lần dừng (theo xác suất) của buồng thang

Từ đồ thị trên ta suy ra số lần dừng của buồng thang là 4 lần. Ta giả định rằng:

- Thời gian mở cửa buồng thang là 1s.
- Thời gian đóng cửa buồng thang là 1s.
- Thời gian cho 1 người ra/vào là 1s.

Mỗi lần dừng có 2 người ra khỏi thang và thêm 2 người vào

- Thời gian ra, vào cabin được tính gần đúng : 1s/1người
- Thời gian mở cửa buồng thang $\approx 1s$
- Thời gian đóng cửa buồng thang $\approx 1s$

Giả sử thang máy dừng 4 lần khi đến các 2, 3, 4, 5 trong quá trình làm việc. Tại tầng 1 và tầng 6, thang dừng để đón toàn bộ khách vào hoặc để toàn bộ khách ra khỏi thang máy. Giả sử ở mỗi tầng chỉ có 2 người ra và 2 người vào thì thời gian dừng ở mỗi tầng :

$$t_{dung} = t_{ra} + t_{vao} + t_{dong} + t_{mo} = 2.1 + 2.1 + 1 + 1 = 6(s)$$

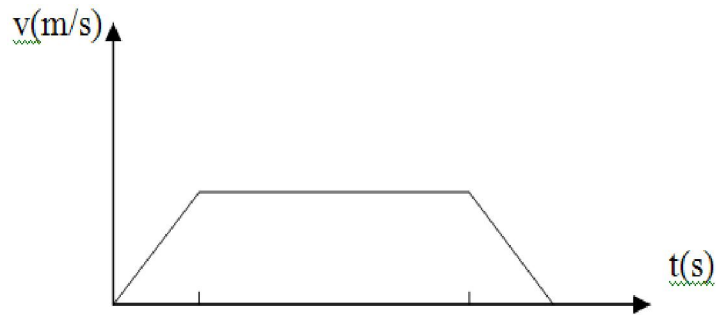
Khi thang máy đi đến tầng 6 hoặc xuống dưới tầng 1, giả sử cả 10 người trong thang máy đều đi ra hết hoặc đi vào hết thì thời gian cần là:

$$t_{cuoi} = t_{mo} + t_{dong} + t_{ra} + t_{vao} = 1 + 1 + 10.1 + 10.1 = 22(s)$$

Thời gian để thang máy có vận tốc $v=1$ m/s là : $t_{kd} = \frac{v}{a} = \frac{1}{1,5} = 0,67$ s

Sau thời gian này cabin đi được quãng đường là :

$$S_{kd} = v_o \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 0,67^2}{2} = 0,337(m)$$



Hình 2.3: Đồ thị vận tốc gần đúng của thang máy

Thời gian hãm cabin khi dừng ở mỗi tầng : $t_h = t_{kd} = \frac{v}{a} = 0,67(s)$

Quãng đường cabin đi được khi thực hiện hãm : $S_h = S_{kd} = 0,337 (m)$

Thời gian cabin đi với vận tốc đều $v=1m/s$:

$$t = \frac{h_0 - S_{kd} - S_h}{v} = \frac{4,5 - 0,337 - 0,337}{1} = 3,83(s)$$

Thời gian làm việc của thang máy giữa hai tầng kế tiếp nhau từ tầng 1÷6 là :

$$t_{lv12} = t_{kd} + t + t_h = 0,67 + 3,83 + 0,67 = 5,17(s)$$

Thời gian làm việc của thang máy khi lên hoặc xuống là:

$$t_{lv} = t_{lv12} \cdot 5 = 5,17 \cdot 5 = 25,9(s)$$

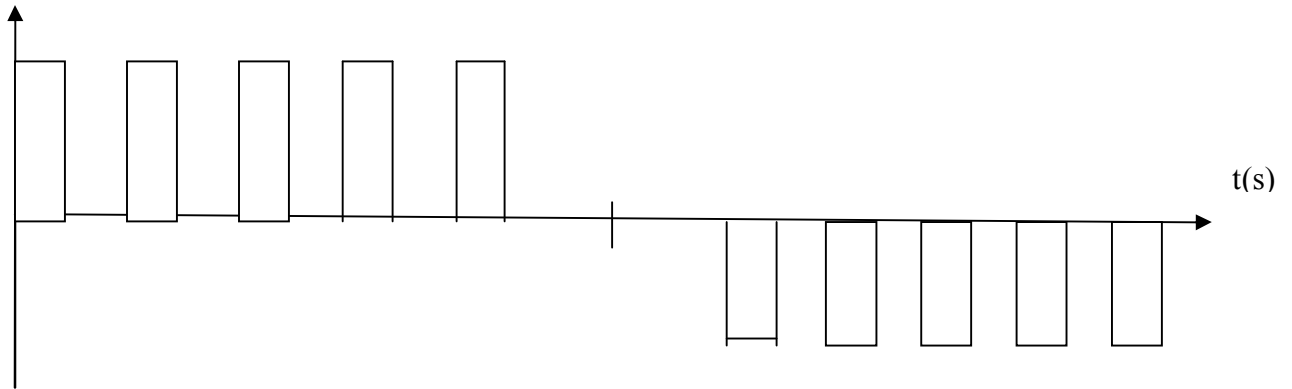
Thời gian nghỉ của thang máy khi lên hoặc xuống là khi chưa tính đến thời gian nghỉ ở tầng 1 và tầng 6:

$$t_{nghi} = 4 \cdot t_{dung} = 4 \cdot 6 = 24(s)$$

Tổng thời gian làm việc trong một chu kỳ lên xuống của thang máy :

$$T_{ck} = 2 \cdot t_{cuoi} + 2 \cdot (t_{lv} + t_{nghi}) = 2 \cdot 22 + 2 \cdot (25,9 + 24) = 143,7(s)$$

P(kw)



Hình 2.4: Đồ thị phụ tải của thang máy

Từ đồ thị phụ tải thang máy ta tính được hệ số đóng điện tương đối :

$$\varepsilon_{\text{đđ}}\% = \frac{\sum_{i=1}^n t_{lvi}}{T_{ck}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot t_{lv}}{T_{ck}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 25,85}{143,7} \cdot 100 = 36(\%)$$

2.3 CHỌN SƠ BỘ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

2.3.1 Tính công suất đẳng trị trên trục động cơ

Công suất đẳng trị gây nên trên trục động cơ :

$$P_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 \cdot t_{lvi}}{T_{ck}}} = \sqrt{\frac{(P_{ln}^2 + P_{lh}^2) \cdot t_{lv}}{132}} = \sqrt{\frac{(4,71^2 + (-1,84)^2) \cdot 25,9}{143,8}} = 2,15(kW)$$

Như vậy phụ tải thang máy có $P_{dt}=2,15$ kW và $\varepsilon_{\text{đđ}}\%=36,1\%$

Ta chọn hệ số đóng điện tiêu chuẩn $\varepsilon_{\text{đđ}}\% = 25\%$

Công suất được hiệu chỉnh lại là :

$$P_{dm_chon} = P_{dt} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{đđ}}(\%) }{\varepsilon_{\text{đđ_tc}}(\%)}} = 2,15 \cdot \sqrt{\frac{36,1}{25}} = 2,58(kW)$$

2.3.2 Momen tương ứng với lực kéo đặt lên puli cáp

Ta xét bài toán quy về trục động cơ như sau :

$$D=0,4(m) \Rightarrow R = \frac{0,4}{2} = 0,2(m)$$

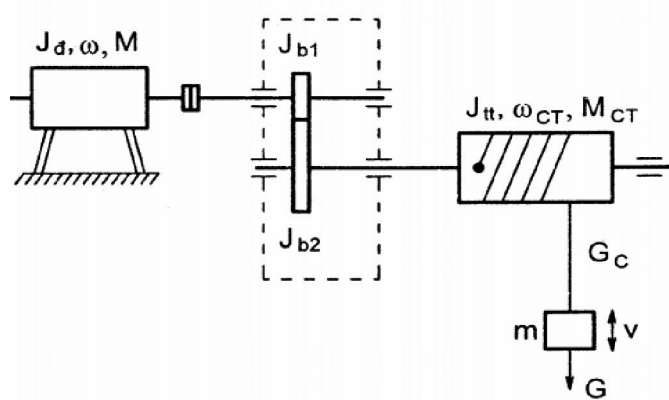
$$\text{Vận tốc góc của tang trống : } \omega_u = \frac{1}{0,2} = 5(rad / s)$$

$$\text{Vận tốc góc quay trục động cơ : } \omega_{dc} = \omega_u \cdot i = 5 \cdot 30 = 150(rad / s)$$

$$\text{Suy ra : } n_{dc} = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 60 = \frac{150}{2\pi} \cdot 60 = 1432(vg / ph)$$

Momen cực đại quy đổi ở trục động cơ :

$$M_{qd_max} = \frac{M_{max}}{\eta.i} = \frac{(G_o + G_{max} - G_{dt}).g.D / 2}{\eta.i} = 26,16(Nm)$$



Hình 2.5 Sơ đồ quy đổi momen quán tính về trục động cơ



❖ 2.3.3 Chọn động cơ

Động cơ truyền động cho thang máy trong đề tài là động cơ có công suất nhỏ, do đó có thể sử dụng các loại động cơ:

❖ **Động cơ một chiều kích từ độc lập**

➤ Ưu điểm:

Điều chỉnh tốc độ đơn giản, tuyến tính. Đặc tính khởi động tốt.

➤ Nhược điểm:

Giá thành đắt, cấu tạo phức tạp, tổn kém chi phí bảo trì bảo dưỡng (chổi than).

❖ **Động cơ xoay chiều 3 pha không đồng bộ roto lồng sóc:**

➤ Ưu điểm:

Cấu tạo đơn giản, chắc chắn, vận hành an toàn. Sử dụng nguồn cung cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều 3 pha. Giá thành thấp hơn động cơ 1 chiều, phổ biến, luật điều khiển phong phú.

➤ Nhược điểm:

Điều chỉnh tốc độ và khống chế các quá trình quá độ khó khăn. Chỉ tiêu khởi động xấu hơn nhiều so với động cơ một chiều.

❖ **Động cơ đồng bộ kích từ nam châm vĩnh cửu**

➤ Ưu điểm:

Hiệu suất cao, phù hợp ở dải công suất nhỏ, thường dùng cho cơ cấu truyền động có vùng điều chỉnh rộng, độ chính xác cao. Có kích thước nhỏ gọn hơn so với động cơ không đồng bộ cùng công suất.

Sử dụng vật liệu từ, có mật độ từ cao, tổn thất từ và độ nhớt từ nhỏ, khả năng tái nạp từ tốt, chịu nhiệt độ cao.

➤ *Nhược điểm:* Giá thành cao.

Các truyền động công suất lớn thì dùng hệ thống bộ biến đổi - động cơ một chiều, động cơ đồng bộ. Trước đây, động cơ điện một chiều thường được ưa chuộng hơn, kể cả trong dải công suất nhỏ vì tính điều chỉnh đơn giản và tuyến tính của nó. Ngày nay, công nghệ điện tử và vi điều khiển phát triển mạnh mẽ, việc điều khiển động cơ không đồng bộ không còn quá khó khăn, động cơ không đồng bộ ba pha roto lồng sóc rẻ hơn động cơ một chiều cùng công suất nhiều và rất phổ biến trên thị trường với dải công suất rộng, do đó, phù hợp cho ứng dụng của chúng ta. Vậy ta quyết định lựa chọn động cơ không đồng bộ roto lồng sóc dùng cho thang máy. Thông số động cơ được lựa chọn như bên dưới:

General performance aluminum motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors



IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class B
IE1 Efficiency class acc. to IEC 60034-30; 2008

Output kW	Motor type	Product code		Speed r/min	Efficiency IEC 60034-2-1; 2007		Efficiency IEC 60034-2; 1996		Power factor cos φ 100%	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure level LP dB(A)
					Full load 100%	3/4 load 75%	Full load 100%	3/4 load 75%		I _N A	I _s I _N	T _N Nm	T _s T _N	T _{max} T _N			
1500 r/min = 4-poles				400 V 50 Hz				Basic design									
2.2	M2AA 100 LA	3GAA 102 001-●●E	1430	82.2	81.9	83.0	82.7	0.81	4.8	5.5	15	2.4	2.7	0.0069	21	64	
3	M2AA 100 LB	3GAA 102 002-●●E	1430	84.0	83.0	85.0	83.9	0.81	6.48	5.5	20	2.5	2.9	0.0082	24	66	
4	M2AA 112 M	3GAA 112 101-●●E	1430	85.0	86.3	84.9	85.9	0.82	8.4	6.2	26.8	2.3	2.8	0.01	29	60	
5.5	M2AA 132 S	3GAA 132 001-●●E	1455	86.3	87.0	87.5	88.0	0.80	12	6.0	36	2.2	2.8	0.031	42	66	
7.5	M2AA 132 M	3GAA 132 002-●●E	1450	88.5	89.0	89.0	89.6	0.80	15.6	6.0	49.4	2.4	2.9	0.038	49	66	

Tên động cơ : M2AA 112M 3GAA 112 101 -●●E

- ❖ Hãng sản xuất: ABB
- ❖ Hiệu suất: $\eta = 85\%$ (4 góc phần tư)
- ❖ Hệ số công suất: $\cos\varphi = 0,82$
- ❖ Dòng stator định mức: $I_{đm} = 8,4$ A
- ❖ Dòng khởi động: $I_{kd} = 6,2 \cdot 8,4 = 52,08$ A
- ❖ Momen định mức: $M_{đm} = 26,8$ Nm
- ❖ Momen khởi động định mức (s=1): $M_{kd} = 2,3 \cdot 26,8 = 61,64$ Nm

- ❖ Momen tới hạn: $M_{th} = 2,8 \cdot 26,8 = 75,04 \text{ Nm}$
- ❖ Momen quán tính: $J = 0,01 \text{ kgm}^2$
- ❖ Khối lượng: $m = 29 \text{ kg}$
- ❖ Cấp cách điện: EFF2
- ❖ 4 cực (2 đôi cực)

Do yêu cầu xây dựng bộ điều khiển cho động cơ, ta phải mô hình hóa động cơ do đó phải xác định các đại lượng sau: R_s , R'_r , $L_{s\sigma}$ (L_1), $L_{r\sigma}$ (L_2), L_m

Công suất định mức đưa vào động cơ :

$$P_{vdm} = \sqrt{3} \cdot I_{1dm} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi = \frac{P_{dm}}{\eta} = \frac{4 \cdot 10^3}{0,85} = 4,7 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Tốc độ đồng bộ:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ rpm}$$

Hệ số trượt định mức

$$\Rightarrow s_{dm} = \frac{n - n_{dm}}{n} = \frac{1500 - 1430}{1500} = \frac{7}{150}$$

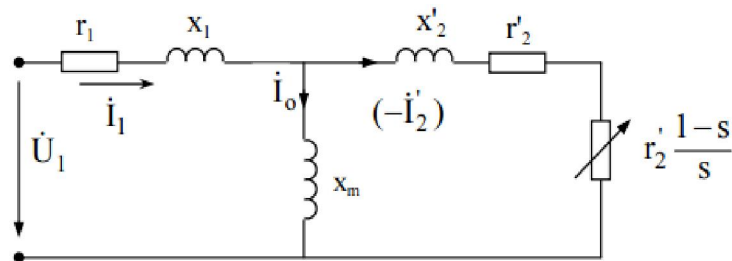
Tổng trở kháng 1 pha là:

$$Z_{in} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3} I_{dm}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 8,4} = 27,49 \Omega$$

Momen động cơ :

$$M = \frac{2 \cdot M_{th} \cdot (1 + a \cdot s_{th})}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s} + 2 \cdot a \cdot s_{th}}$$

$$\Leftrightarrow (M + 2asM - 2asM_{th})s_{th}^2 - 2sM_{th}s_{th} + s^2M = 0$$



Hình 2.6 Sơ đồ thay thế 1 pha máy điện KĐB 3 pha

Trong đó :

$$M_{th} = \frac{pU^2}{4\pi f \cdot (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})}$$

$$X_{nm} = X_1 + X_2'; \quad a = \frac{R_1}{R_2'}; \quad s_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

Khi ở trạng thái định mức $s = s_{dm} = 7/150$:

$$M_{dm} = \frac{2 \cdot M_{th} \cdot (1 + a \cdot s_{th})}{\frac{s_{dm}}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s_{dm}} + 2 \cdot a \cdot s_{th}} = 26,8(Nm) \quad (a)$$

Khi khởi động $s=1$:

$$M_{kd} = \frac{2 \cdot M_{th} \cdot (1 + a \cdot s_{th})}{\frac{1}{s_{th}} + s_{th} + 2 \cdot a \cdot s_{th}} = 2,3M_{dm} = 61,64(Nm) \quad (b)$$

Giải hệ phương trình (a, b) ta được: $a = 2,23$ $s_{th} = 0,4$

Với giả thiết $X_1 \approx X_2'$ ta tính được: $R_1 = 3,2\Omega$, $R_2' = 1,435\Omega$, $X_1 = X_2' = 0,81\Omega$

Tiếp theo ta tính điện kháng từ hóa X_m xuất phát từ mạch điện thay thế một pha động cơ không đồng bộ:

$$Z_{in} = jX_m / / \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right) + j \cdot X_{nm} \right]$$

$$\text{Suy ra: } \operatorname{Re}\{Z_{in}\} = Z_{in} \cdot \cos\varphi = \frac{R_1 + \frac{R_2'}{s}}{\frac{1}{X_m^2} \cdot \left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(1 + \frac{X_{nm}}{X_m} \right)^2}$$

Ở chế độ định mức: $s = s_{dm} = \frac{7}{150}$ và $Z_{in} = 27,49(\Omega)$; $\cos\varphi = 0,82$. Thay vào (3.12) ta có:

$$Z_{in} \cdot \cos\varphi = \frac{R_1 + \frac{R_2'}{s}}{\frac{1}{X_m^2} \cdot \left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left(1 + \frac{X_{nm}}{X_m} \right)^2} = 27,49 \cdot 0,82 = 22,54 \rightarrow \begin{cases} X_m = 51,1(\Omega) \\ L_m = 162,6mH \end{cases}$$

- Điện cảm tản stator : $L_1 = \frac{X_1}{2\pi f} = \frac{0,81}{2\pi \cdot 50} = 2,58(mH)$
- Điện cảm tản rotor : $L_2 = \frac{X_2 \cdot s}{2\pi f} = \frac{0,81 \cdot 7/150}{2\pi \cdot 50} = 0,12(mH)$
- Điện cảm toàn phần :
 $L_s = L_1 + L_m = 2,58 + 162,6 = 165,18(mH)$
 $L_r = L_2 + L_m = 0,12 + 162,6 = 162,72(mH)$

- Hệ số tản từ : $\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_1 \cdot L_2} = 1 - \frac{0.1626^2}{0.16518 \cdot 0.16272} = 0,016$
- Các hằng số thời gian :

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \frac{0,16518}{3,2} = 0.052(s)$$

$$T_r = \frac{L_r}{R_r} = \frac{0,16272}{1,435} = 0,113(s)$$

$$T_\sigma = 1 / \left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \right) = 1 / \left(\frac{1}{0,016 \cdot 0,052} + \frac{1-0,016}{0,016 \cdot 0,113} \right) = 0,00057$$

2.4 Kiểm nghiệm động cơ

Để khẳng định chắc chắn động cơ với các thông số trên có đáp ứng được các yêu cầu truyền động hay không, ta tiến hành kiểm nghiệm động cơ.

Yêu cầu kiểm tra về tính chọn công suất nói chung gồm các bước sau:

- Kiểm tra điều kiện khởi động.
- Kiểm nghiệm điều kiện quá tải
- Kiểm nghiệm khả năng phát nóng (công suất động cơ được chọn theo công suất đẳng trị nên đã thỏa mãn điều kiện phát nóng)

2.4.1 Kiểm nghiệm điều kiện quá tải

Theo catalogue của động cơ ta tính được momen định mức của động cơ :

$$M_{dm} = \frac{pN}{2\pi a} \cdot \phi \cdot I_{u_dm} = 26,8(Nm)$$

Momen cản lớn nhất khi nâng đầy tải :

$$M_n = \frac{F_n \cdot R}{i \cdot \eta} = \frac{(1-\alpha)G_{dm} \cdot g \cdot R}{i \cdot \eta} = \frac{(1-0,4) \cdot 500 \cdot 9,81 \cdot 0,2}{30 \cdot 0,75} = 26,16(Nm)$$

Do $M_{dm} > M_n$ nên động cơ đã chọn thỏa mãn điều kiện quá tải momen.

2.4.2 Kiểm nghiệm điều kiện khởi động

Ta có: $J_t = J_d + (J_{b1} + J_{b2qd}) + J_{Dqd} + J_{Gqd}$

$$J_{Gqd} = (G + G_0 - G_{dt}) \times \frac{1}{(\omega / v)^2} = (500 + 900 - 1100) \times \frac{1}{(150 / 1)^2} = 0,0133 \text{ kg.m}^2$$

- Momen quán tính của bộ truyền: $J_{b1} + J_{b2qd} \approx 1,01 \times J_d = 0,0101 \text{ kg.m}^2$
- Tính momen quy đổi về trục động cơ của puli:

Coi Puli là 1 khối hình trụ khối lượng phân bố đều, đối xứng có $D = 0,4 \text{ m}$, $l = 0,25 \text{ m}$. Puli được làm bằng thép hoặc thép đúc.

$$\Rightarrow G_D = V_D \times \rho_{thép} = k_{puli} \times \frac{\pi D^2 \times l}{4} \times \rho_{thép} = 0,3 \times \frac{\pi \times 0,4^2 \times 0,25}{4} \times 7852 = 74 \text{ kg}$$

Trong đó $\rho_{thép} = 7852 \text{ kg/m}^3$, chọn $k_{puli} = 0,3$ là hệ số điền đầy của puli.

$$\Rightarrow J_D = \frac{G_D \times D^2}{4} = \frac{74 \times 0,4^2}{4} = 2,96 \text{ kgm}^2$$

$$\Rightarrow J_{Dqd} = \frac{J_D}{i^2} = \frac{2,96}{30^2} = 0,0033 \text{ kgm}^2$$

$$\Rightarrow J_t = 0,01 + 0,0101 + 0,0033 + 0,0133 = 0,0367 \text{ kgm}^2$$

Gia tốc cực đại của động cơ : $\varepsilon_{max} = \frac{a_{max}}{D/2} \times i = \frac{1,5}{0,4/2} \times 30 = 225 (\text{rad} / \text{s}^2)$

Momen của động cơ cần trong quá trình tăng tốc/hãm của thang máy khi nâng đầy tải :

$$M_n = J_t \varepsilon + M_{qd\max} = 0,0367.150 + 26,16 = 31,665 (\text{N.m})$$

Momen mở máy của động cơ: $M_{mm} = 61,61 (\text{Nm})$

Do $M_{mm} > M_n$ nên động cơ thỏa mãn yêu cầu momen mở máy.

Vậy động cơ đã lựa chọn đáp ứng được yêu cầu truyền động.

CHƯƠNG III: LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TRUYỀN ĐỘNG

Chọn phương án truyền động là dựa trên các yêu cầu công nghệ và kết quả tính chọn công suất động cơ, từ đó tìm ra các hệ truyền động có thể thỏa mãn các yêu cầu đặt ra. Bằng việc phân tích, so sánh các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật các hệ truyền động này kết hợp tính khả thi để lựa chọn phương án tối ưu nhất.

Yêu cầu công nghệ của hệ truyền động thang máy:

- Động cơ dùng để kéo puli cáp trong thang máy là loại động cơ có điều chỉnh tốc độ và có đảo chiều quay.
- Thang máy làm việc ở chế độ ngắt hạn lặp lại.

Từ việc chọn động cơ ta đưa ra được các phương án điều chỉnh khác nhau.

3.1 Chọn loại biến tần

Các bộ biến tần là thiết bị biến đổi dòng điện xoay chiều này thành dòng điện xoay chiều ở tần số khác. Có 2 loại biến tần chính là biến tần trực tiếp (biến tần phụ thuộc) và biến tần gián tiếp (biến tần độc lập) .

- **Biến tần trực tiếp**, biến đổi thẳng dòng điện xoay chiều tần số f_1 thành f_2 (bộ chỉnh lưu điều khiển pha đảo chiều), không qua khâu chỉnh lưu nên có hiệu suất cao, tuy nhiên việc thay đổi tần số ra phức tạp và phụ thuộc vào tần số vào f_1 .

❖ Ưu điểm:

- Mạch chỉ cần dùng van Thyristor thông thường, quá trình chuyển mạch theo điện áp lưới.
- Bộ biến tần không sử dụng khâu trung gian một chiều nên hiệu suất rất cao.
- Có khả năng làm việc ở tần số thấp thậm chí ngay cả khi có sự cố.
- Thường sử dụng cho dải công suất rất lớn đến vài chục MW.

❖ **Nhược điểm:**

- Sử dụng nhiều van bán dẫn làm cho mạch điều khiển rất phức tạp.
- Hệ số công suất thấp.

Trong thực tế ít sử dụng biến tần trực tiếp, do đó không dùng biến tần trực tiếp trong hệ truyền động cho thang máy.

➤ ***Biến tần gián tiếp:***

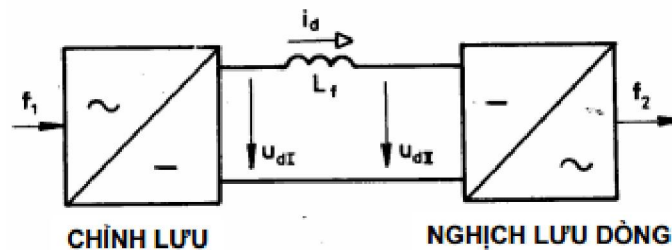
Dòng điện xoay chiều đầu vào tần số f_1 được chỉnh lưu thành dòng điện một chiều (tần số $f=0$), lọc rồi được biến đổi thành dòng điện xoay chiều tần số f_2 . Biến tần gián tiếp có 2 loại là: Biến tần nguồn dòng và Biến tần nguồn áp. Hai loại này được phân biệt dựa vào khâu trung gian một chiều.

❖ **3.1.2 Biến tần nguồn dòng.**

Khâu trung gian một chiều là cuộn kháng L_f , thực hiện chức năng nguồn dòng cho bộ nghịch lưu.

Ưu điểm:

- Có khả năng trả năng lượng về lưới.
- Không sợ chế độ ngắn mạch vì dòng điện một chiều được giữ không đổi.
- Phù hợp cho dải công suất lớn trên 100 kW.



Hình 3.1 Biến tần nguồn dòng

Nhược điểm:

- Hiệu suất kém ở dải công suất nhỏ.

- Công kênh vì có cuộn kháng.
- Hệ số công suất thấp và phụ thuộc vào phụ tải nhất là khi tải nhỏ.

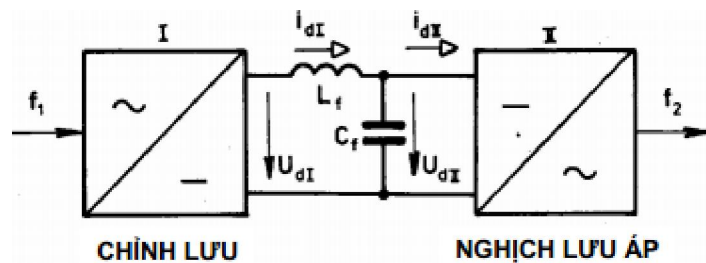
Do đó, ứng dụng thang máy với tải chỉ vào khoảng 4kW thì biến tần nguồn dòng là không phù hợp.

❖ 3.1.2 Biến tần nguồn áp.

Khâu trung gian một chiều là tụ C_e , thực hiện chức năng nguồn áp cho bộ nghịch lưu.

Ưu điểm:

- Phù hợp với tải nhỏ, dưới 30kW.
- Hệ số công suất của mạch lớn (≈ 1).
- Hình dạng và biên độ điện áp ra không phụ thuộc tải, dòng điện cho tải quy định.
- Có thể áp dụng kỹ thuật PWM để giảm tổn hao do sóng hài bậc cao, khử đập mạch momen.



Hình 3.2 Biến tần nguồn áp

Nhược điểm:

- Không trả được năng lượng về lưới. Nếu muốn trả năng lượng về lưới phải mắc thêm một khâu chỉnh lưu mắc song song ngược với khâu chỉnh lưu ban đầu hoặc dùng chỉnh lưu PWM hay biến tần 4 góc phần tư. Trong phạm vi đồ án này sẽ không trả năng lượng về lưới trong quá trình hãm tái sinh mà dùng điện trở hãm

Từ các phân tích trên, ta lựa chọn **biến tần nguồn áp chỉnh lưu diode và có điện trở hãm**.

3.2 Chọn phương pháp điều khiển biến tần.

❖ 3.2.1 Điều khiển vô hướng

Mong muốn giữ cho từ thông stato Ψ_s không đổi ($U/f = \text{const}$) trong suốt quá trình điều chỉnh. Khi điều khiển tần số, nếu giữ từ thông khe hở không đổi thì động cơ sẽ được sử dụng hiệu quả nhất (khả năng sinh momen lớn nhất).

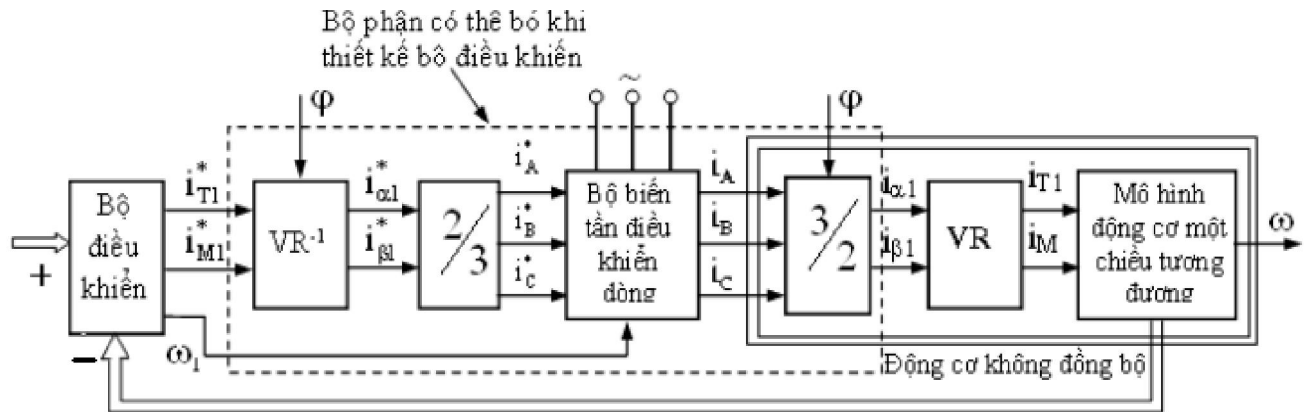
Hình 3.4 Sơ đồ cấu trúc biến đổi tọa độ động cơ không đồng bộ

Trong đó:

3/2: biến đổi abc/alpha-beta

VR: Biến đổi quay đồng bộ

Φ : Góc giữa trục M và trục α (trục A)



Hình 3.5 Ý tưởng cấu trúc hệ thống điều khiển vector

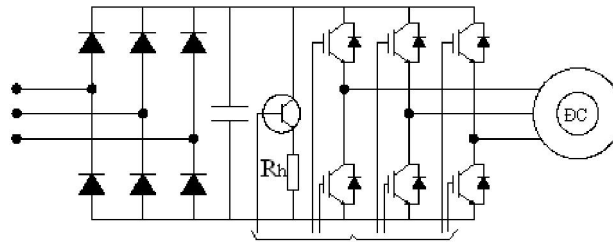
Động cơ không đồng bộ qua biến đổi tọa độ có thể tương đương với động cơ một chiều, như vậy theo phương pháp điều khiển động cơ một chiều, tìm ra lượng điều khiển động cơ một chiều, qua phép biến đổi ngược tọa độ có thể điều khiển động cơ không đồng bộ.

Ưu điểm:

- Phù hợp cho vùng tốc độ dưới tốc độ cơ bản, có thể làm việc ổn định rất tốt ở tốc độ cận không.
- Cho họ đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ giống hệt với họ đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập ở vùng từ thông không đổi.
- Hiện nay, công cụ điều khiển số rất mạnh do đó vấn đề tính toán phức tạp không còn là vấn đề lớn.

CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN MẠCH BIẾN ĐỔI CÔNG SUẤT

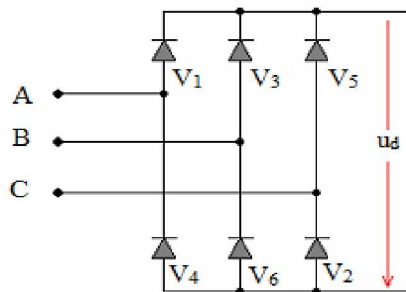
4.1 Mạch động lực



Hình 4.1: Cấu trúc mạch lực của bộ biến tần

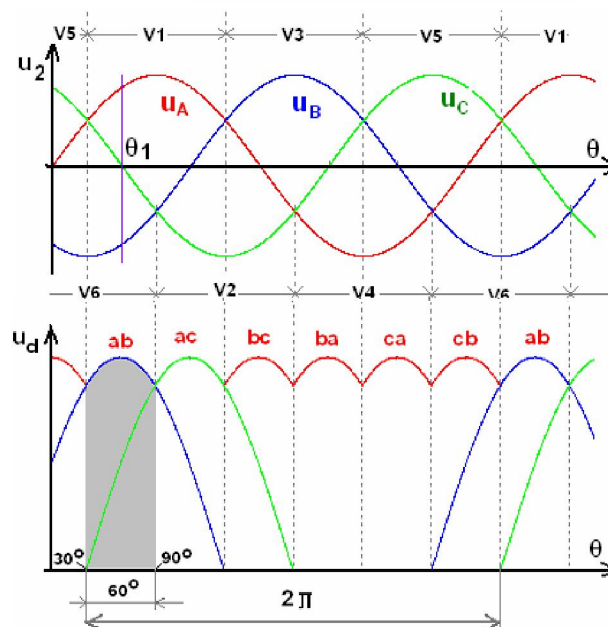
4.1.1 Khối bộ chỉnh lưu cầu ba pha diode

Bộ chỉnh lưu có chức năng biến nguồn xoay chiều thành nguồn một chiều. Ở đây ta dùng bộ chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển.



Hình 4.2 :Cấu trúc mạch chỉnh lưu diode

Ở mỗi thời điểm có một van ở nhóm anode chung được dẫn cùng một van ở nhóm katot chung.



Hình 4.3 Hình dạng điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu.

- Giá trị trung bình của điện áp ra:

$$U_d = \frac{6}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} \sqrt{6}U_{2f} \cos(\theta) d\theta = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_{2f} \approx 2,34U_{2f}$$

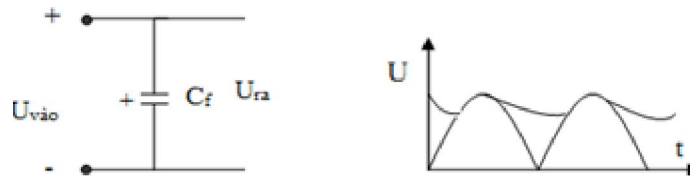
- Số đập mạch: $n = 6$
- Dòng trung bình qua van: $I_v = \frac{I_d}{3}$
- Điện áp ngược max trên van: $U_{vmax} = \sqrt{6}U_{2f}$

4.1.2 Khối bộ lọc

Bộ lọc nhằm san phẳng nguồn điện một chiều sau chỉnh lưu. Điện áp ra của bộ chỉnh lưu vốn nhấp nhô khá lớn hiện tượng nhấp nhô tạo do các thành phần sóng hài bậc cao gây nên sự tiêu phí năng lượng một cách vô ích, làm giảm hiệu suất của mạch chỉnh lưu.

Hệ số san bằng của khâu lọc: $k_{sb} = \frac{k_{dmvào}}{k_{dmra}}$

Các sóng hài bậc cao sẽ rẽ qua tụ C_f , còn lại thành phần một chiều và một số sóng hài bậc thấp đi đến đầu vào của bộ nghịch lưu.



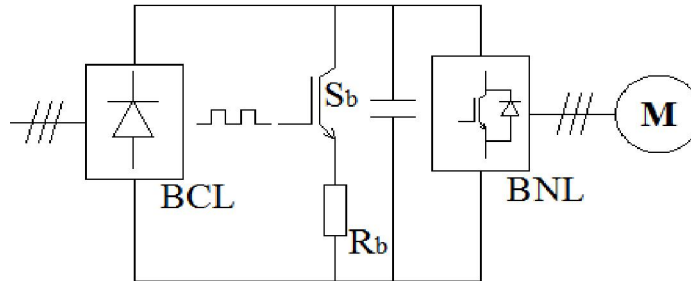
Hình 4.4 Khâu lọc một chiều và hình dạng điện áp trước và sau khâu lọc.

4.1.3 Khối hãm dập động năng bằng điện trở hãm mạch một chiều

Hệ truyền động biến tần – động cơ KĐB khi làm việc với phụ tải thang máy cần làm việc ở bốn góc phần tư, có chế độ hãm tái sinh.

Đặc điểm của biến tần nguồn áp là điện áp một chiều luôn luôn giữ dấu không đổi, dòng I_d cũng không đổi dấu. Do vậy không thể thực hiện trả năng từ tải về lưới. Trong trường hợp này ta dùng hãm dập động năng bằng điện trở hãm mạch một chiều.

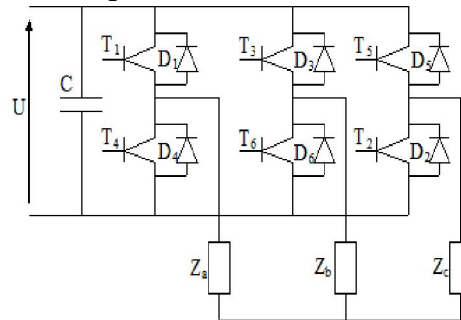
Khi động năng động cơ KĐB cần giải thoát chuyển về mạch một chiều qua diode ngược làm cho điện áp U_{DC} sẽ dâng cao. Dùng tranzitor S_b và điện trở R_b đóng cắt theo tần số nhất định sẽ biến động năng dư thừa thành nhiệt năng đốt nóng điện trở.



Hình 4.5. Mạch hãm trong hệ biến tần – ĐCKĐB, chỉnh lưu diode.

Mạch hãm điện trở là không tiết kiệm năng lượng, lãng phí hoàn toàn năng lượng do hãm tái sinh nhưng với ứng dụng thang máy, công suất động cơ nhỏ nên có thể chấp nhận được.

4.1.4 Khối bộ nghịch lưu độc lập



Hình 4.6 : Cấu trúc mạch nghịch lưu

Bộ nghịch lưu có nhiệm vụ biến đổi nguồn năng lượng 1 chiều thành nguồn năng lượng xoay chiều. Các transistor làm việc với góc dẫn $\theta=180^\circ$, mở lần lượt từ T_1 đến T_6 với góc lệch pha giữa 2 transistor kế nhau là 60° . Tại bất kỳ thời điểm nào cũng có 3 van dẫn (hai của nhóm này và một của nhóm kia).

Ở đây ta xét góc dẫn với tải đầu sao như thiết kế bằng cách xác định điện áp trên tải trong từng khoảng thời gian 60° (vì cứ 60° có một sự chuyển trạng thái mạch). Sơ đồ này có dạng một pha tải nối tiếp với 2 pha đầu song song nhau (giả thiết là tải đối xứng). Vai trò của các diode: hoàn trả dòng phản kháng.

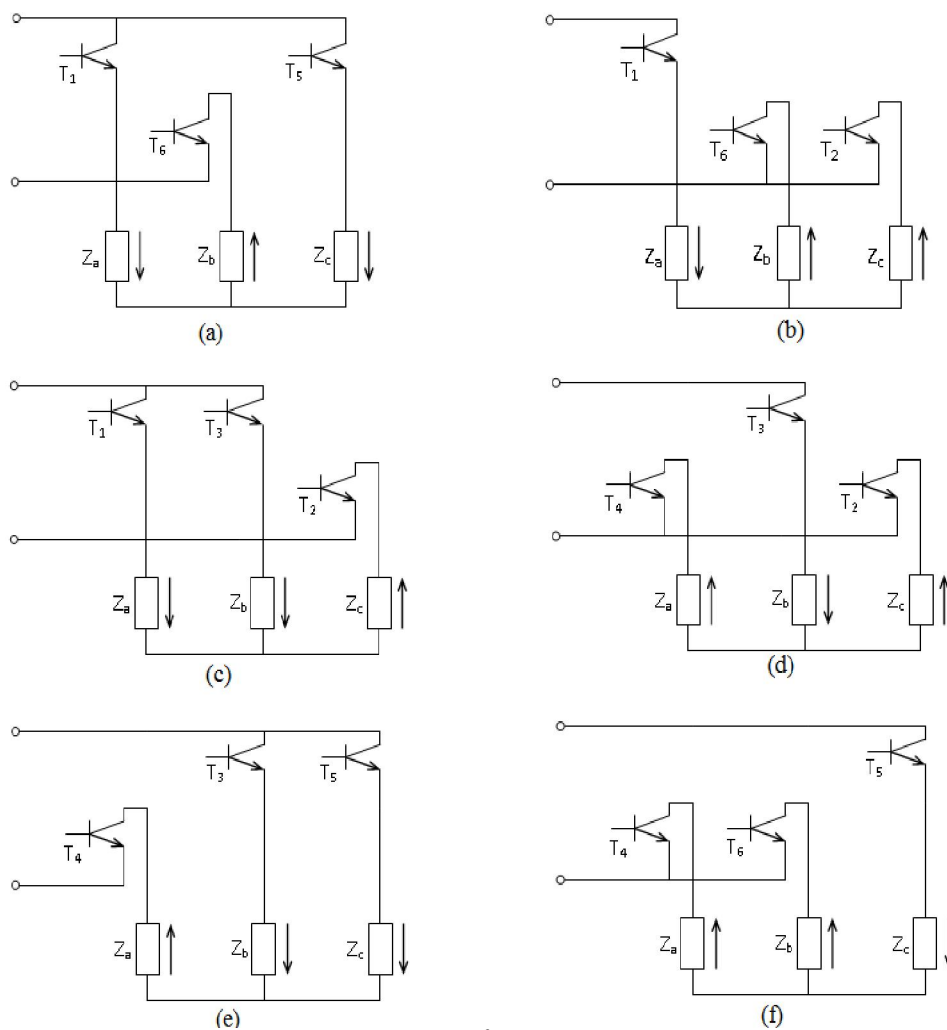
Xét quá trình chuyển mạch của nhóm T_5, T_6, T_1 sang nhóm T_6, T_1, T_2 . Trước khi chuyển mạch mà sau khi chuyển dòng trong pha 2 và 3 thay đổi, ta có điện áp cảm ứng là:

$$U_{2L} = L_2 \frac{di_2}{dt}; U_{3L} = L_3 \frac{di_3}{dt}$$

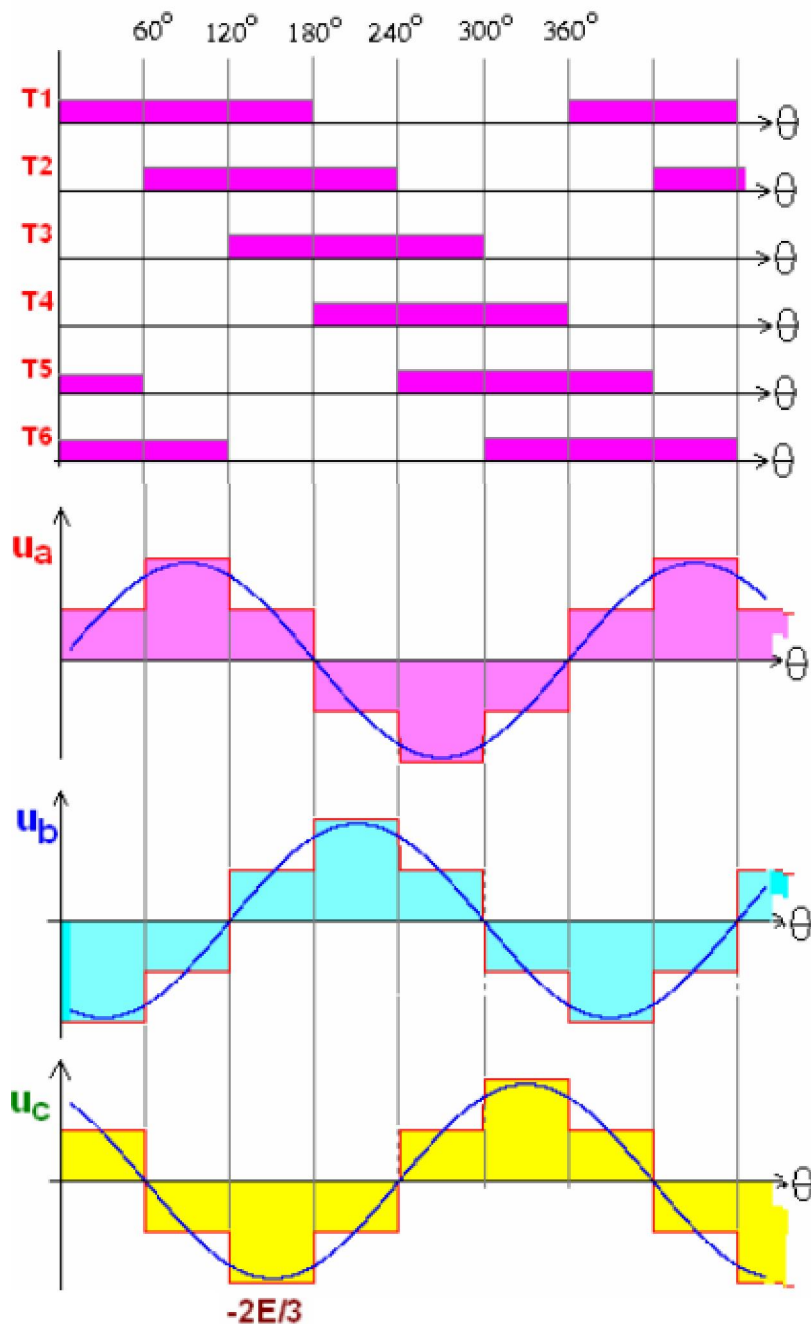
Hai điện áp này nối tiếp nhau và có giá trị lớn có cực dương đặt tại 2 và cực tính âm đặt tại 3. Nếu không có diode mắc song song với T_2 thì điện áp nói trên đặt lên transistor T_2 và có giá trị lớn nên có thể đánh thủng transistor này.

T	$0 \div 60^\circ$	$60^\circ \div 120^\circ$	$120^\circ \div 180^\circ$	$180^\circ \div 240^\circ$	$240^\circ \div 300^\circ$	$300^\circ \div 360^\circ$
T_1	1	1	1	0	0	0
T_2	0	1	1	1	0	0
T_3	0	0	1	1	1	0
T_4	0	0	0	1	1	1
T_5	1	0	0	0	1	1
T_6	1	1	0	0	0	1

Bảng 4.1 : Bảng trạng thái quá trình đóng mở của các van điều khiển:



Hình 4.7 : Nguyên lý chuyển mạch của bộ nghịch lưu



Hình 4.8 : Đồ thị chuyển mạch của bộ nghịch lưu

4.2 TÍNH TOÁN THÔNG SỐ MẠCH LỰC

Thang máy sử dụng điện áp lưới 3 pha có $U_{\text{dây}} = 380\text{V}$ trong khi động cơ ta chọn sử dụng điện áp 400V nên không cần điều chỉnh điện áp DC bus của đầu ra chỉnh lưu. Theo khuyến cáo của nhà sản xuất động cơ ABB, dòng định mức mỗi pha của động cơ $I_d = I_{\text{dm}380} = 1,05 I_{\text{dm}400} = 1,05 \cdot 8,4 = 8,82\text{A}$

4.2.1 Van cho bộ chỉnh lưu

Mạch chỉnh lưu như trên đã phân tích dùng chỉnh lưu cầu 3 pha diode để điện áp ra đạt nhấp nhô nhỏ nhất (đập mạch 6 lần trong 1 chu kỳ).

Dòng qua diode: $I_D = I_d/3 = 8.82/3 = 2.94A$

Điện áp ngược lớn nhất đặt lên van là: $U_{ng} = 2.45 \times U_2$

Điện áp sau chỉnh lưu (điện áp 1 chiều DC bus) là:

$$U_d = 2,34 \frac{U_1}{\sqrt{3}} = 2,34 \frac{380}{\sqrt{3}} = 513,4V$$

$$\Rightarrow U_2 = U_d/2.34 = 513,4/2.34 = 220 \text{ V}$$

$$\Rightarrow U_{ng} = 2.45 \times U_2 = 2.45 \times 220 = 539 \text{ V}$$

Chọn hệ số an toàn $K_u = 1.2$ nên:

$$U_{ngmax} = K_u \times U_{ng} = 1.2 \times 539 = 647V$$

Làm mát cho van bằng đế nhôm tản nhiệt nên chọn hệ số dự trữ cho van $K_i = 2,5$:

$$I_v = K_i \times I_D = 2,5 \times 2.94 = 7,35A$$

Trên cơ sở dòng điện chạy qua và điện áp ngược đặt qua van chỉnh lưu ta chọn loại Diode

4.2.2 Tính toán cho mạch nghịch lưu

Bộ nghịch lưu được sử dụng là 3 pha nên tại mỗi thời điểm chỉ có 2 van dẫn, vì vậy điện áp ngược đặt lên các van còn lại chính là điện áp sau chỉnh lưu. Chọn hệ số an toàn $K_u = 1,8$. Dùng tản nhiệt nhôm cho van nên chọn hệ số dự trữ là $K_i = 2,5$

Điện áp ngược đặt lên van IGBT là:

$$U_{ngIGBT} = K_u \times U_{ng} = 1.8 \times 513,4 = 924,12V$$

Điện áp ngược đặt lên diode:

$$U_{nd} = K_u \times U_d/2 = 1.8 \times 513,4/2 = 462V$$

Dòng điện chạy qua van IGBT là:

$$I_{IGBT} = K_i \times I_d/2 = 2,5 \times 8.82/2 = 11,03A$$

Dòng điện chạy qua diode là:

$$I_D = K_i \times I_d/2 = 2,5 \times 8.82/2 = 11,03A$$

Trên cơ sở dòng điện chạy qua và điện áp ngược đặt qua van nghịch lưu ta chọn loại IGBT

❖ 4.2.3 Chọn giá trị của tụ điện

Tụ trung gian thường chọn theo kinh nghiệm và theo công suất tải: cứ 1W tải thì ứng với $1 \div 2\mu\text{F}$ dung lượng tụ. Công suất mà nghịch lưu cần cấp cho động cơ đã tính ở trên: $P_{\text{vdm}} = 4,77\text{kW}$ do đó, tụ cần chọn có dung lượng cỡ khoảng $4700 \div 9000\mu\text{F}$. Tuy nhiên, tụ thường được chế tạo theo cấp 1000, 2200, 3300 μ , ... do đó ta chọn loại 6800 μF là phù hợp.

Như trên đã tính, $\text{EDC}_{\text{Bus}} = 513,4 \text{ V}$. Cấp điện áp của tụ phải lớn hơn hoặc bằng 513,4V. Do tụ được chế tạo theo các cấp 385V, 400V, 630V, 1000V, ... Nên ở đây, ta chỉ cần chọn tụ có cấp điện áp 630V là đủ.

4.2.4 Chọn giá trị điện trở dập và van của bộ dập Chopper:

Hãm tái sinh nặng nhất khi hạ dầm tải hoặc nâng không tải. Giá trị công suất hãm lúc đó bằng 4,71kW. Điện áp là $U = 513,4$; $R_h = U^2/P = 56(\Omega)$. Dòng qua van:

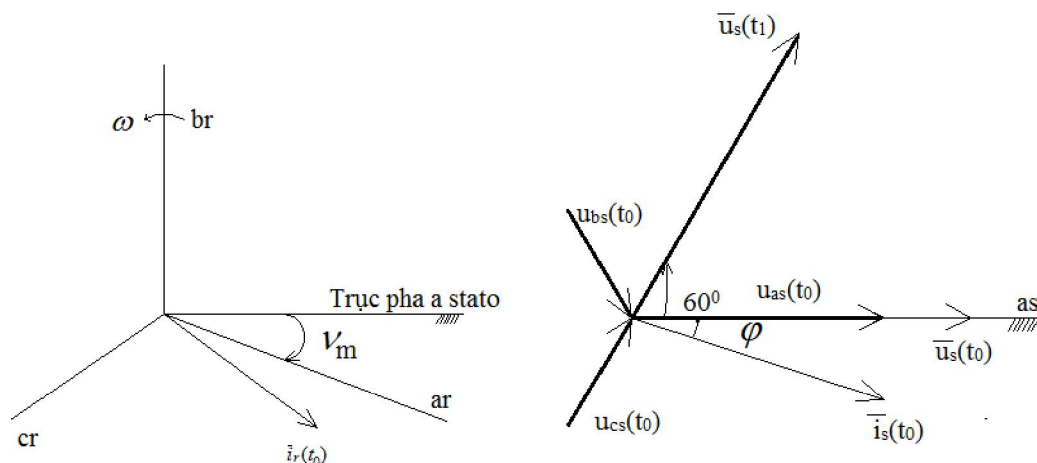
$$I = \frac{U}{R_h} = \frac{513,4}{56} = 9,17 \text{ A}$$

CHƯƠNG V: XÂY DỰNG CẤU TRÚC HỆ TRUYỀN ĐỘNG & MÔ PHỎNG

5.1 Mô tả toán học động cơ không đồng bộ ba pha

5.1.1 Mô hình vectơ

Động cơ KĐB ba pha nói chung bao gồm 6 dây quấn, trong đó 3 dây quấn pha stato được cố định và cách nhau $1/3$ đường tròn, 3 dây quấn pha rôto cũng được đặt lệch nhau $1/3$ vòng tròn song chúng lại được quay quanh trục rôto. Giữa dây quấn pha stato và dây quấn pha rôto được liên hệ với nhau bởi cảm ứng điện từ qua khe hở không khí, có chiều dài là h .



Hình 5.1: Mô hình động cơ không đồng bộ 3 pha và hình ảnh vecto tại thời điểm t_0

Vecto điện áp stato:

$$\overline{U}_{s3} = \begin{bmatrix} U_{as}(t) \\ U_{bs}(t) \\ U_{cs}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{phm} \sin(\omega_s t) \\ U_{phm} \sin(\omega_s t + \frac{2\pi}{3}) \\ U_{phm} \sin(\omega_s t + \frac{4\pi}{3}) \end{bmatrix}; \omega_s = \frac{2\pi f}{p_p}$$

Tuy nhiên các điện áp stato còn lệch nhau $2\pi/3$ về thời gian, tại mỗi thời điểm vecto \overline{U}_{s3} có một vị trí pha nhất định. Ở chế độ xác lập, biên độ vecto bằng: $\overline{U}_{s3} = \frac{3}{2} U_{phm}$

Để tính toán đơn giản, ta định nghĩa vecto \overline{U}_s mới có biên độ bằng biên độ điện áp pha:

$$|\overline{U}_s| = \frac{2}{3} |\overline{U}_{s3}| = U_{phm}$$

$$\overline{U}_s = \frac{2}{3} [U_{as}(t) + U_{bs}(t).a + U_{cs}(t).a^2]; a = e^{j2\pi/3}$$

Quy đổi các đại lượng roto về stato ta tìm được các ma trận thông số:

$$R_s = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix}; R'_r = \begin{bmatrix} R'_r & 0 & 0 \\ 0 & R'_r & 0 \\ 0 & 0 & R'_r \end{bmatrix}$$

$$L_s = L_m \begin{bmatrix} 1+\sigma_s & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1+\sigma_s & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 1+\sigma_s \end{bmatrix}; L'_r = L_m \begin{bmatrix} 1+\sigma_r & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1+\sigma_r & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 1+\sigma_r \end{bmatrix}$$

Các phương trình điện áp trong không gian tọa độ cực:

$$\begin{cases} \bar{U}_s = R_s \bar{i}_s + \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} \\ \bar{U}_r = R'_r \bar{i}'_r + \frac{d\bar{\psi}'_r}{dt} + j\omega \bar{\psi}'_r \end{cases}$$

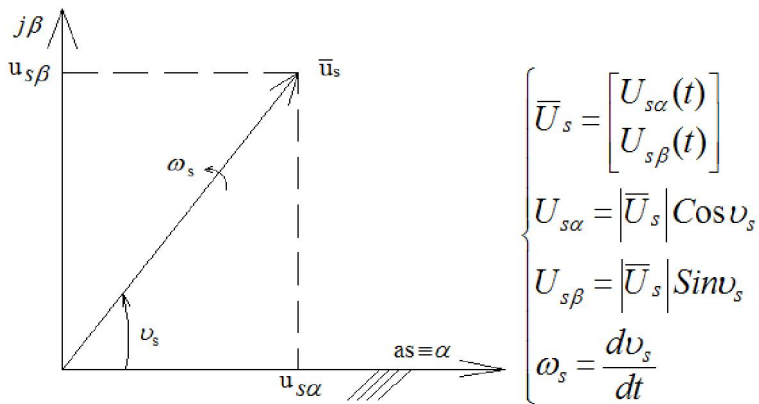
Các phương trình từ thông :

$$\begin{aligned} \bar{\psi}_s &= L_{\sigma s} \bar{i}_s + L_m \bar{i}_m \\ \bar{\psi}_r &= L'_{\sigma r} \bar{i}'_r + L_m \bar{i}_m; \bar{i}_m = \bar{i}_s + \bar{i}'_r \end{aligned}$$

Momen điện từ: $M = \frac{3p_p}{2} \bar{\psi}_s \bar{i}_s$

5.1.2 Mô hình động cơ không đồng bộ 3 pha trong hệ tọa độ trục giao (α - β)

Quy đổi mô hình trong hệ tọa độ cực sang hệ tọa độ Đề - các α , β , trong đó 0α được chọn trùng với trục dây quấn pha a stato. Ta có:



Mối quan hệ giữa các đại lượng trong hai không gian:

$$U_{s\alpha}(t) = U_{as}(t)$$

$$U_{s\beta}(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} [U_{bs}(t) - U_{cs}(t)]$$

$$[C_1]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{as}(t) \\ U_{bs}(t) \\ U_{cs}(t) \end{bmatrix} = [C]^{-1} \begin{bmatrix} U_{s\alpha}(t) \\ U_{s\beta}(t) \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{s\alpha} = R_s i_{s\alpha} + \frac{d\psi_{s\alpha}}{dt} \\ U_{s\beta} = R_s i_{s\beta} + \frac{d\psi_{s\beta}}{dt} \\ U'_{r\alpha} = R'_r i'_{r\alpha} + \frac{d\psi'_{r\alpha}}{dt} - p_p \omega \psi'_{r\beta} \\ U'_{r\beta} = R'_r i'_{r\beta} + \frac{d\psi'_{r\beta}}{dt} + p_p \omega \psi'_{r\alpha} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \psi_{s\alpha} = L_s i_{s\alpha} + L_m i'_{r\alpha} \\ \psi_{s\beta} = L_s i_{s\beta} + L_m i'_{r\beta} \\ \psi'_{r\alpha} = L'_r i'_{r\alpha} + L_m i_{s\alpha} \\ \psi'_{r\beta} = L'_r i'_{r\beta} + L_m i_{s\beta} \end{array} \right.$$

Trong đó :các tham số đã qui đổi về stato

L_s - Điện cảm toàn phần stator

L_M - Hổ cảm

L_r - Điện cảm toàn phần rôto

$\sigma_s = \frac{L_{\delta s}}{L_M}$ - Hệ số tản từ stator

$L_s = L_{\delta s} + L_M$ và $L_r = L_r + L_M$

$\sigma_r = \frac{L_{\delta r}}{L_M}$ - Hệ số tản từ rôto

$L_{\delta s}$ - Điện cảm tản stator:

$L_{\delta r}$ - Điện cảm tản rôto

$\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r}$ - Hệ số tản từ $\omega_{sl} = \omega_s - z_p \omega$ là tốc độ trượt của động cơ

z_p là số đôi cực

Hệ phương trình trên mô tả động cơ không đồng bộ 3 pha trên hệ tọa độ $\alpha\beta$ cố định so với stato. Viết lại hệ phương trình đó dưới dạng thành phần ta thu được mô hình:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{s\alpha}}{dt} = -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right)i_{s\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\psi'_{r\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma}\omega\psi'_{r\beta} + \frac{1}{\sigma L_s}u_{s\alpha} \\ \frac{di_{s\beta}}{dt} = -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right)i_{s\beta} - \frac{1-\sigma}{\sigma}\omega\psi'_{r\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\psi'_{r\beta} + \frac{1}{\sigma L_s}u_{s\beta} \\ \frac{d\psi'_{r\alpha}}{dt} = \frac{1}{T_r}i_{s\alpha} - \frac{1}{T_r}\psi'_{r\alpha} - \omega\psi'_{r\beta} \\ \frac{d\psi'_{r\beta}}{dt} = \frac{1}{T_r}i_{s\beta} + (\omega_s - \omega)\psi'_{r\alpha} - \frac{1}{T_r}\psi'_{r\beta} \end{array} \right.$$

Trong hệ phương trình ta đã định nghĩa thêm các tham số và biến mới sau đây:

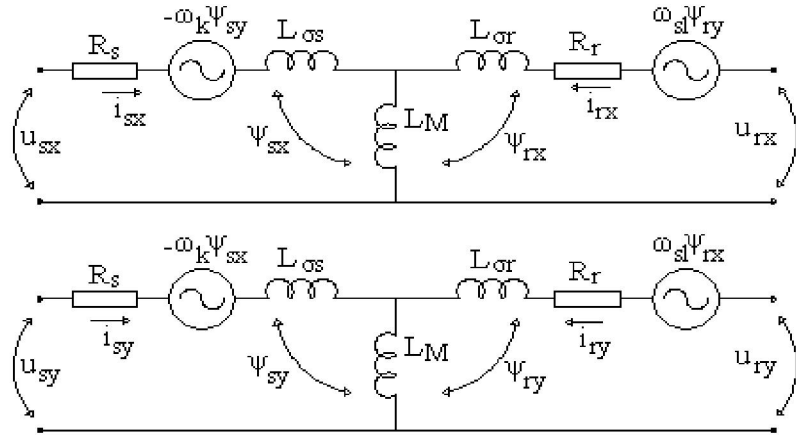
$$T_s = \frac{L_s}{R_s}; T_r = \frac{L_r}{R_r}; \sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r}$$

$$\psi'_r = \frac{\psi_r}{L_m} = \psi'_{rd} + j\psi'_{rq} = \frac{\psi_{rd}}{L_m} + j\frac{\psi_{rq}}{L_m}$$

Sơ đồ thay thế của động cơ trong hệ tọa độ tổng quát :

Biểu thức momen điện từ :

$$M = \frac{3z_p}{2}(1-\sigma)(\psi'_{r\alpha}i_{s\beta} - \psi'_{r\beta}i_{s\alpha})$$



Hình 5.2 : Sơ đồ thay thế ĐCKĐB trong hệ tọa độ tổng quát (0xy)

5.1.3 Mô hình động cơ không đồng bộ 3 pha trong hệ tọa độ quay (d-q)

Từ hệ tọa độ trục giao đứng yên (0αβ) ta chuyển sang hệ tọa độ trục giao quay đồng bộ dq có: ω_s (là tốc độ đồng bộ) hệ tọa độ có trục thực d trùng với trục của vectơ từ thông rôto ψ_r , nghĩa là hệ tọa độ dq quay đồng bộ với vectơ ψ_r và còn được gọi là hệ tọa độ từ thông.

Vì trục 0α trùng với vectơ từ thông rôto nên :

$$\psi'_{rd} = |\psi'_r|; \psi'_{rq} = 0$$

Trong hệ tọa độ dq mô hình sẽ có dạng:

$$\begin{cases} \frac{di_{sd}}{dt} = -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right)i_{sd} + \omega_s i_{sq} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\psi'_{rd} + \frac{1}{\sigma L_s}u_{sd} \\ \frac{di_{sq}}{dt} = -\omega_s i_{sd} - \left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right)i_{sq} - \frac{1-\sigma}{\sigma}\omega\psi'_{rd} + \frac{1}{\sigma L_s}u_{sq} \\ \frac{d\psi'_{rd}}{dt} = \frac{1}{T_r}i_{sd} - \frac{1}{T_r}\psi'_{rd} \\ 0 = \frac{1}{T_r}i_{sq} - (\omega_s - \omega)\psi'_{rd} \end{cases}$$

Phương trình momen :

$$M = \frac{3}{2} z_p \frac{L_m^2}{L_r} \psi'_{rd} i_{sq} = \frac{3}{2} z_p (1 - \sigma) L_s \psi'_{rd} i_{sq}$$

Thực hiện phép biến đổi Laplace với mô hình động cơ ta có :

$$\begin{cases} \frac{1 + T_\sigma p}{T_\sigma} i_{sd} = \omega_s i_{sq} + \frac{1 - \sigma}{\sigma T_r} \psi'_{rd} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{sd} \\ \frac{1 + T_\sigma p}{T_\sigma} i_{sq} = -\omega_s i_{sd} - \frac{1 - \sigma}{\sigma} \omega \psi'_{rd} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{sq} \\ (1 + T_r p) \psi'_{rd} = i_{sd} \\ i_{sq} = T_r (\omega_s - \omega) \psi'_{rd} \end{cases}$$

Trong đó : $\frac{1}{T_\sigma} = \frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1 - \sigma}{\sigma T_r}$

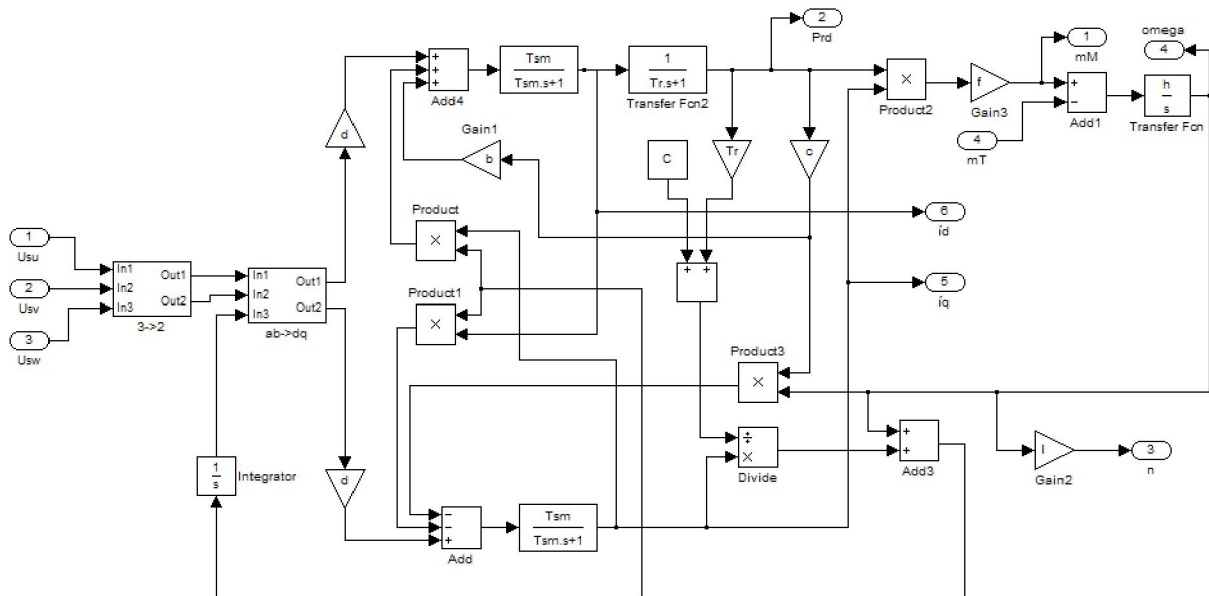
Phương trình động lực học :

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$$

Trong đó:

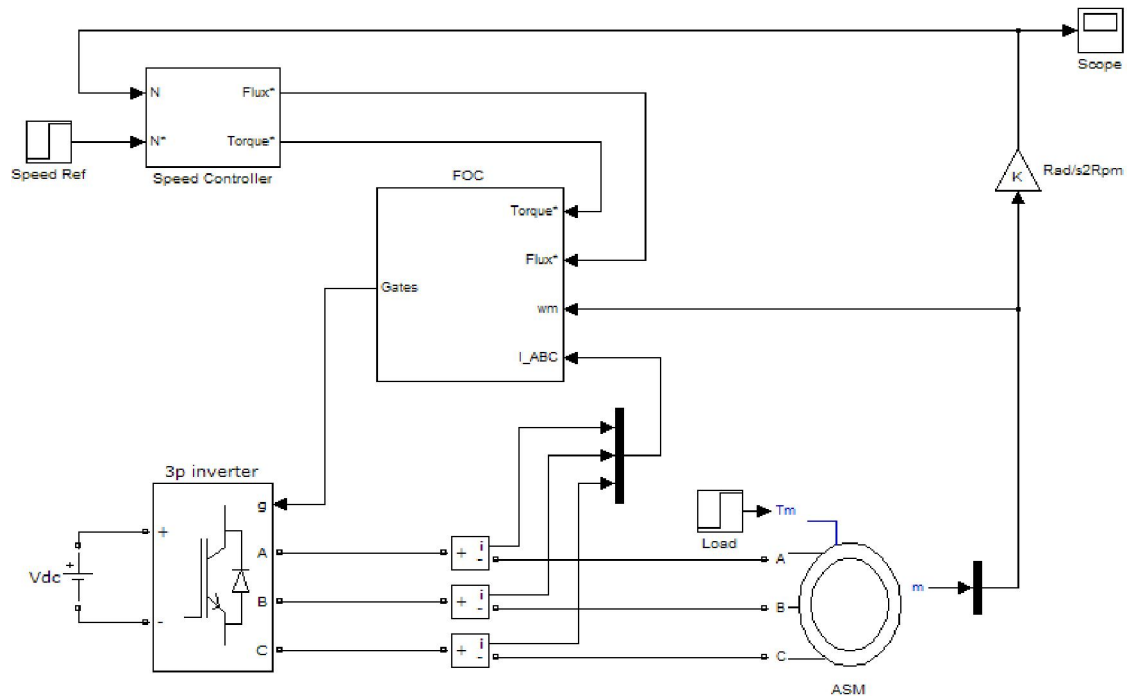
- M : Mômen của động cơ: $M = \frac{3}{2} p_p \frac{L_m^2}{L_r} (\psi'_{rd} i_{sq})$
- M_c : Mômen cản của phụ tải
- J : Mômen quán tính

Mô hình động cơ không đồng bộ trên hệ trục tọa độ quay (d-q) :

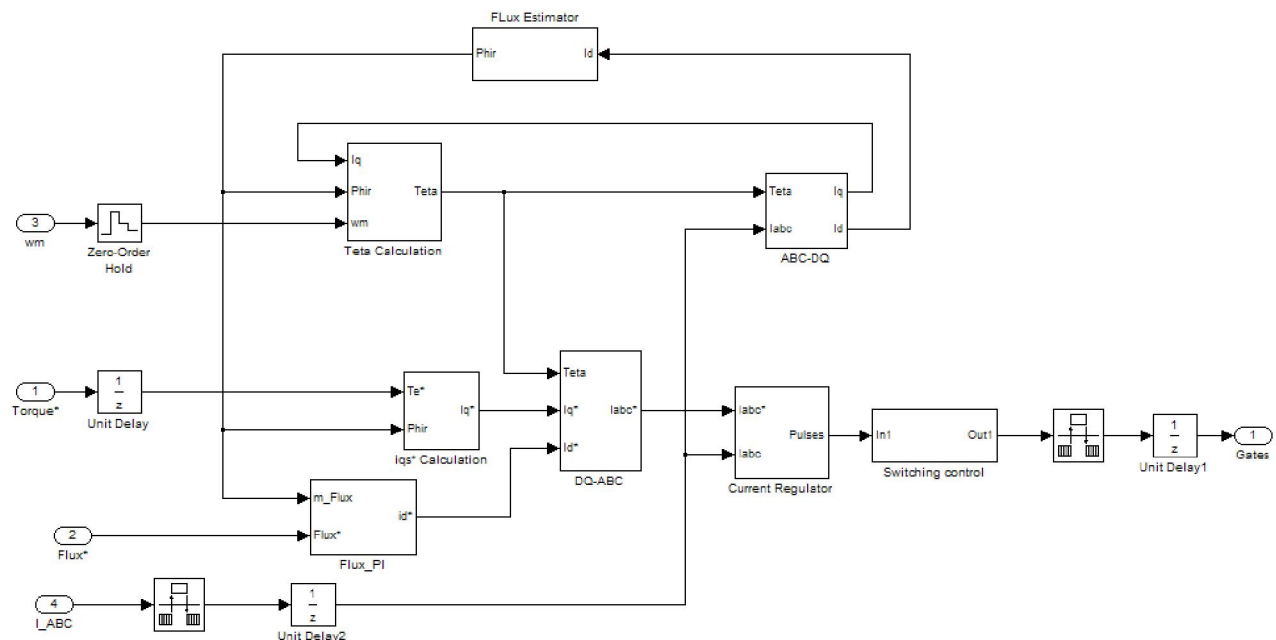


Hình 5.3 : Mô hình động cơ không đồng bộ trên hệ trục tọa độ quay (d-q)

5.2.1 Tổng quan hệ FOC – Động cơ không đồng bộ

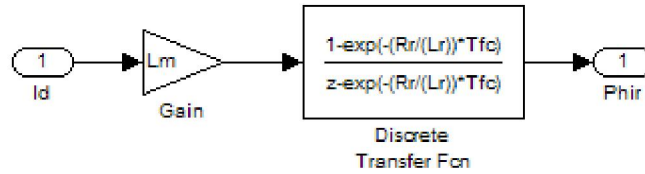


Hình 5. Hệ FOC-ĐCKĐB

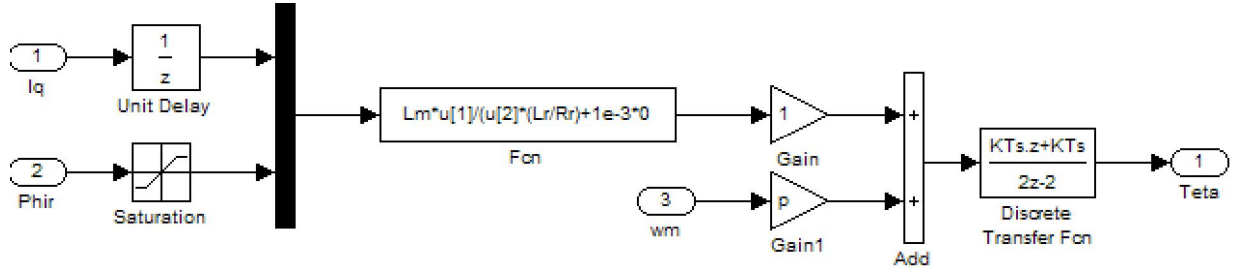


Hình 5. Mô hình FOC trên simulink

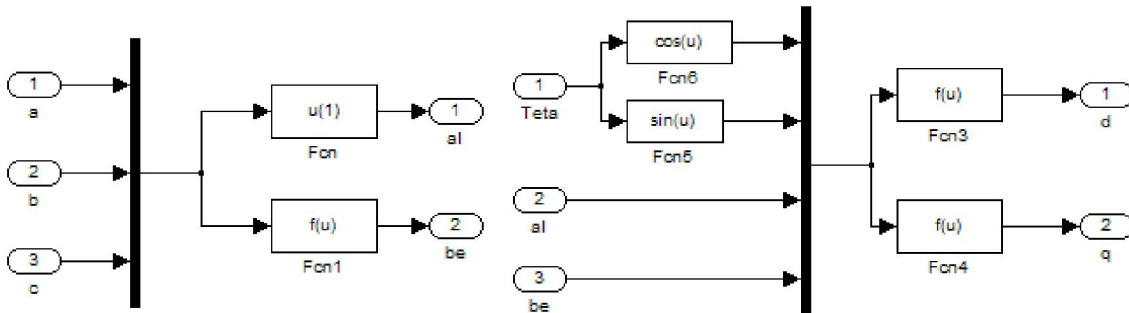
a. Khối ước lượng từ thông (Flux Estimator)



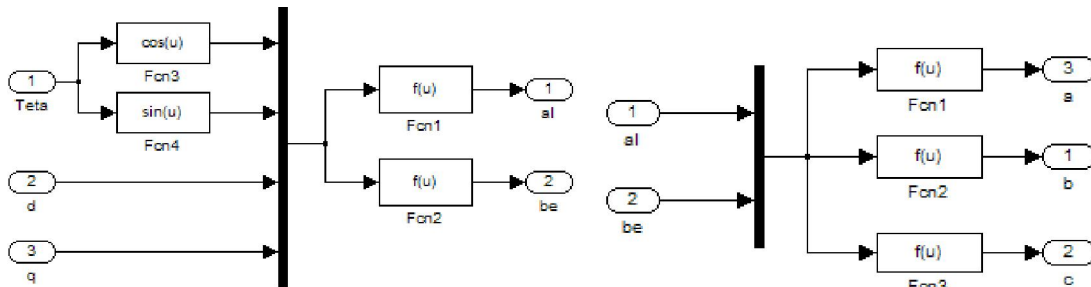
b. Khối tính toán góc teta (θ_f calculation)



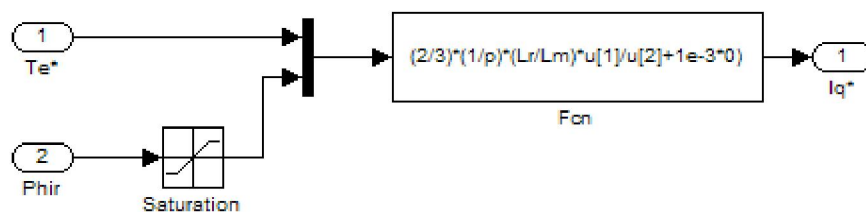
c. Khối chuyển tọa độ abc sang dq



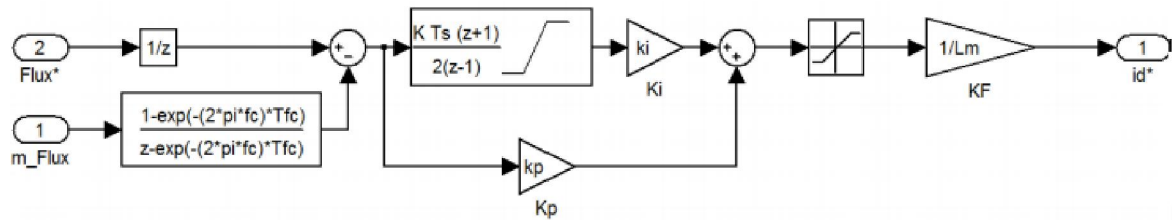
d. Khối chuyển hệ tọa độ dq sang abc



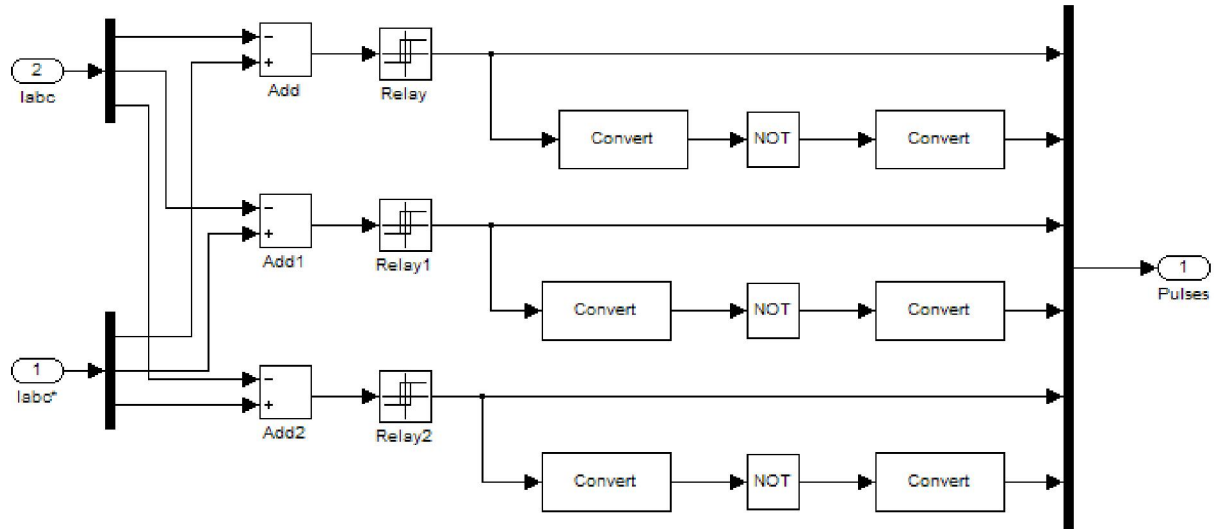
e. Khối tính toán i_{qs}^*



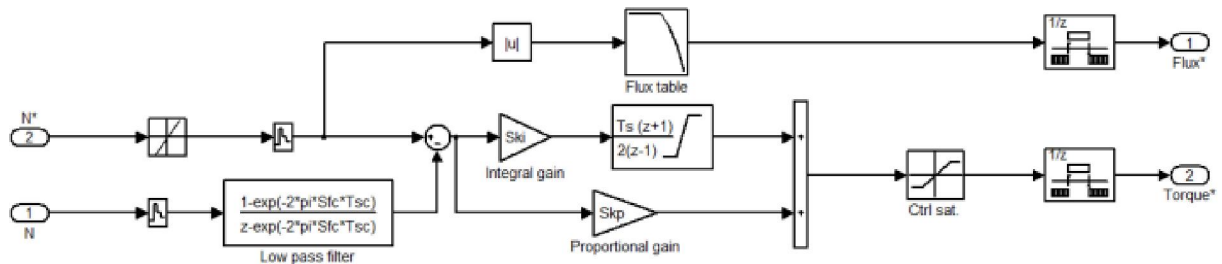
f. Khối điều khiển từ thông (Flux PI)



g. Khối điều chỉnh dòng



5.2.2 Vòng điều chỉnh tốc độ



5.2 Mô tả toán học các khâu tính toán các hàm truyền

5.2.1 Khôi nghịch lưu

Khâu nghịch được coi như một khâu có quán tính. Có thể coi gần đúng khâu nghịch lưu là khâu quán tính bậc nhất:

$$G_{nl} = \frac{K_{nl}}{1 + pT_{nl}}$$

5.2.2 Khối đo dòng

Bộ đo dòng có thể được chọn là một khâu quán tính bậc nhất :

$$\text{- Khâu đo dòng } i_{sq} : G_{qi} = \frac{K_{qi}}{1 + pT_{qi}}$$

$$\text{- Khâu đo dòng } i_{sd} : G_{di} = \frac{K_{di}}{1 + pT_{di}}$$

5.2.3 Bộ tính từ thông

$$G_{d\psi} = \frac{K_{d\psi}}{1 + pT_{d\psi}}$$

$$T_{\delta\omega} = T_{S\omega}$$

$$T_{\omega} = 2T_{\delta q} + T_{f\omega} + 4T_{\delta\omega}$$

Bộ lọc tín hiệu đặt có hàm truyền : $F_{loc} = \frac{1}{1 + 4T_{\omega}p}$

5.3 Tính toán các tham số động cơ

5.3.1 Tính các trị số $i_{sd0}, i_{sq0}, \psi_{rd0}$

$$i_{sdN} = \sqrt{2}I_N \sqrt{1 - \cos \varphi_{dm}} = \sqrt{2} \cdot 14 \sqrt{1 - 0,87} = 7,13 \text{ [A]}$$

$$i_{sqN} = \sqrt{2I_N^2 - i_{sd}^2} = \sqrt{2 \cdot 14^2 - 7,13^2} = 18,47 \text{ [A]}$$

Từ hệ phương trình trong hệ toạ độ dq ta có:

$$\begin{cases} \psi_{rd} = L_r i_{rd} + L_{\mu} i_{sd} \\ 0 = R_r i_{rd} + \frac{d\psi_{rd}}{dt} \end{cases} \implies \frac{d\psi_{rd}}{dt} + \frac{1}{T_r} \psi_{rd} - \frac{L_{\mu}}{T_r} i_{sd} = 0$$

Giải ra ta được: $\psi_{rd} = L_{\mu} i_{sd} + C_0 e^{-\frac{t}{T_r}}$ với C_0 là hằng số

Khi xác lập ta có: $\psi_{rdN} = L_{\mu} i_{sd0} = 0,1376 \cdot 7,13 = 0,981 \text{ [Wb]}$

❖ 5.3.2 Tính toán các tham số cần thiết

a. Tính hàm truyền cho các bộ đo

- Hệ số khuếch đại của khâu đo dòng về I_{sd} :

$$K_{di} = \frac{I_{ch}}{k \cdot I_{sdN}} = \frac{10}{6,5 \cdot 7,13} = 0,215$$

- Hệ số khuếch đại của khâu đo dòng về I_{sq} :

$$K_{qi} = \frac{I_{ch}}{k \cdot I_{sqN}} = \frac{10}{6,5 \cdot 18,47} = 0,083$$

Trong đó k là hệ số quá dòng, chọn bằng hệ số quá dòng cực đại của động cơ khi khởi động ($k=6,5$)

- Bộ đo từ thông : cũng thuận tủy là một khâu quán tính bậc nhất. Vì có thời gian quá độ bé nên xấp xỉ khâu khuếch đại. Hệ số khuếch đại của bộ đo từ thông :

$$K_{m\psi} = \frac{\psi_{ch}}{\lambda \cdot \psi'_{sdN}} = \frac{10}{1,0 \cdot 0,981} = 6,1$$

Hệ số cho phép quá tải thông $\lambda=1$ vì điều chỉnh giữ từ thông không đổi trong toàn dải.

b. Các tham số của mô hình tuyến tính hóa động cơ

$$A = \frac{i_{sdN}}{\psi_{rdN} T_r} = \frac{7,13}{1,639 \cdot 0,389} = 27,635$$

$$B = \frac{1-\sigma}{\sigma} \psi_{rdN} + i_{sdN} = \frac{1-0,06}{0,06} \cdot 1,639 + 7,13 = 22,499$$

$$C = \frac{3\psi_{rdN} L_\mu P_p}{2L_r J} = \frac{3 \cdot 1,639 \cdot 230 \cdot 2}{2 \cdot 233,67 \cdot 0,048} = 57,78$$

$$D = \frac{1}{T_\sigma} + A = \frac{1}{0,00813} + 27,635 = 150,64$$

c. Các tham số của bộ nghịch lưu

Tần số nghịch lưu chọn : $f_{NL} = 2,5\text{kHz}$

Chu kỳ băm xung PWM : $T_{pwm} = \frac{1}{f_{NL}} = \frac{1}{2,5 \cdot 10^3} = 0,4(\text{ms})$ suy ra : $T_{NL} = 0,2(\text{ms})$

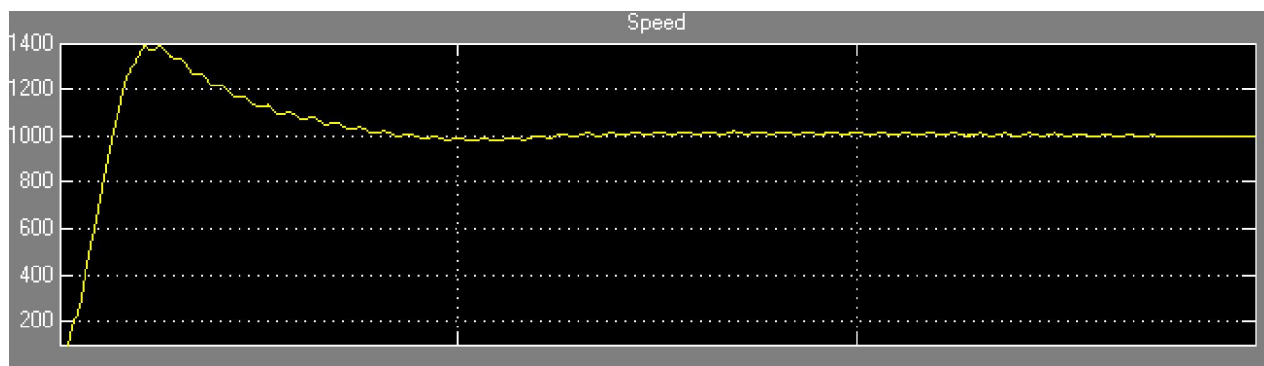
Hệ số khuếch đại khâu nghịch lưu : $K_{nl} = \frac{U_{ra}}{U_{ch}} = \frac{220\sqrt{2}}{10} = 22\sqrt{2}$

5.4: Kết quả mô phỏng

```

%% Motor parameters
Ts=2e-6; % Sampling Time (sec)
Rs=0.435; % Stator resistance (Ohms)
Lls=2.0e-3; % Stator leakage inductance (H)
Rr=0.816; % Rotor resistance (f)
Llr=2.0e-3; % Rotor leakage inductance (H)
M=69.31e-3; % Mutual Inductance (H)
Ls=M+Lls; % Stator self inductance (H)
Lr=M+Llr; % Rotor self inductance (H)
p=2; % number of pole pairs
Ed=1000; % Inverter voltage (V)
Emax=Ed/sqrt(3); % Maximum terminal voltage (V)
tr=Lr/Rr; % Time Constant of flux
sigma=1-M^2/(Ls*Lr);
Lm=0.1626

```



KẾT LUẬN

Trong quá trình làm đồ án, em đã cố gắng nghiên cứu, tìm hiểu các thông tin, tài liệu liên quan đến nội dung của đồ án, cùng với sự hướng dẫn, giúp đỡ tận tình của các thầy trong bộ môn, đặc biệt là thầy **Nguyễn Quang Dịch**, đã giúp em và các bạn trong nhóm hoàn thành được nội dung yêu cầu giao cho từng người với đề tài : ”Thiết kế hệ truyền động cho thang máy chở người”

Bên cạnh đó đồ án này đã giúp em hiểu hơn rất nhiều về các phương pháp điều khiển đặc biệt là phương pháp điều khiển FOC.

Do còn nhiều hạn chế về kiến thức, phương pháp nghiên cứu, vì vậy không thể tránh khỏi những thiếu sót trong khi trình bày đồ án, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy để em có thể hoàn thiện thêm đồ án của mình.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Điện tử công suất* Lê Văn Doanh (chủ biên), NXBKHKT 2004
2. *Truyền động điện* Bùi Quốc Khánh , Nguyễn Văn Liễn , Nguyễn Thị Hiền, NXBKHKT 2005
3. *Tự động điều chỉnh truyền động điện* Bùi Quốc Khánh , Nguyễn Văn Liễn , Phạm Quốc Hải , Dương Văn Nghi, NXBKHKT 2007.
4. *Trang bị điện điện tử máy công nghiệp dùng chung* Vũ Quang Hôi, Nguyễn Văn Chất, Nguyễn Thị Liên Anh , NXBGD 2007.
5. *Truyền động điện thông minh* Nguyễn Phùng Quang, NXBKHKT 2006.
6. *Máy điện* Vũ Gia Hanh , Trần Khánh Hà ,Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, NXBĐHKBHN 1998.
7. *. MATLAB&SIMULINK dành cho kỹ sư điều khiển tự động* Nguyễn Phùng Quang, NXBKHKT 2005

MỤC LỤC:

LỜI NÓI ĐẦU	3
CHƯƠNG I:TỔNG QUAN VỀ THANG MÁY.....	5
1.1 Khái niệm chung về thang máy	5
1.2 Cấu trúc chung của thang máy	5
1.2.1 Thiết bị lắp trong buồng máy.....	5
1.2.2 Thiết bị lắp trong giếng thang máy	5
1.2.4 Các thiết bị chuyên dùng trong thang máy	6
1.3 Phân loại thang máy	7
1.3.1 Phân loại theo chức năng.....	7
1.3.2 Phân loại theo tốc độ dịch chuyển	7
1.3.3 Phân loại theo tải trọng.....	7
1.4 Yêu cầu công nghệ, truyền động	7
1.4.1 Dừng chính xác buồng thang.....	7
1.4.2 Tốc độ di chuyển buồng thang.....	8
1.4.3 Gia tốc lớn nhất cho phép	8
1.4.4 Phạm vi điều chỉnh tốc độ	9
1.4.5 Đặc điểm phụ tải của thang máy.....	9
CHƯƠNG II :TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ	12
2.1 PHÂN TÍCH BÀI TOÁN	12
2.2 TÍNH TOÁN SƠ BỘ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ	15
❖ 2.2.1 Xác định phụ tải tĩnh	15
2.2.2 Xác định hệ số đóng điện tương đối.....	16
2.3 CHỌN SƠ BỘ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ.....	18
2.3.1 Tính công suất đẳng trị trên trục động cơ	18
2.3.2 Momen tương ứng với lực kéo đặt lên puli cáp	18
❖ 2.3.3 Chọn động cơ	19
❖ Động cơ một chiều kích từ độc lập	19
❖ Động cơ xoay chiều 3 pha không đồng bộ roto lồng sóc:	19
❖ Động cơ đồng bộ kích từ nam châm vĩnh cửu.....	19
2.4 Kiểm nghiệm động cơ	23

2.4.1	Kiểm nghiệm điều kiện quá tải.....	23
2.4.2	Kiểm nghiệm điều kiện khởi động.....	23
CHƯƠNG III: LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TRUYỀN ĐỘNG		24
3.1	Chọn loại biến tần.....	24
❖ 3.1.1	Biến tần nguồn dòng.	25
❖ 3.1.2	Biến tần nguồn áp.	26
3.2	Chọn phương pháp điều khiển biến tần.	26
❖ 3.2.1	Điều khiển vô hướng	26
❖ 3.2.2	Phương pháp FOC.	27
❖ 3.2.3	Phương pháp DTC	29
CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN MẠCH BIẾN ĐỔI CÔNG SUẤT		31
4.1	Mạch động lực	31
4.1.1	Khối bộ chỉnh lưu cầu ba pha diode	31
4.1.2	Khối bộ lọc.....	32
4.1.3	Khối hãm dập động năng bằng điện trở hãm mạch một chiều	32
4.1.4	Khối bộ nghịch lưu độc lập.....	33
4.2	TÍNH TOÁN THÔNG SỐ MẠCH LỰC	35
4.2.1	Van cho bộ chỉnh lưu	36
4.2.2	Tính toán cho mạch nghịch lưu	36
❖ 4.2.3	Chọn giá trị của tụ điện.....	37
4.2.4	Chọn giá trị điện trở dập và van của bộ dập Chopper:	37
CHƯƠNG V: XÂY DỰNG CẤU TRÚC HỆ TRUYỀN ĐỘNG & MÔ PHỎNG.....		37
5.1	Mô tả toán học động cơ không đồng bộ ba pha.....	37
5.1.1	Mô hình vectơ	37
5.1.2	Mô hình động cơ không đồng bộ 3 pha trong hệ tọa độ trục giao (α - β)	39
5.1.3	Mô hình động cơ không đồng bộ 3 pha trong hệ tọa độ quay (d - q).....	41
5.2	Mô hình FOC.....	43
5.2.1	Tổng quan hệ FOC – Động cơ không đồng bộ	43
5.2.2	Khối FOC	Error! Bookmark not defined.
5.2.3	Vòng điều chỉnh tốc độ.....	45
5.2	Mô tả toán học các khâu tính toán các hàm truyền.....	45

5.2.1	<i>Khối nghịch lưu.....</i>	45
5.2.2	<i>Khối đo dòng.....</i>	45
5.2.3	<i>Bộ tính từ thông</i>	46
5.3	Tính toán các tham số động cơ.....	46
5.3.1	<i>Tính các trị số $i_{sd0}, i_{sq0}, \psi_{rd0}$</i>	46
5.3.2	Tính toán các tham số cần thiết.....	46
	47
5.4:	Kết quả mô phỏng	
KẾT LUẬN		50
TÀI LIỆU THAM KHẢO		51