

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG.....**

# **Luận văn**

**Nghiên cứu một số loại biến tần gián  
tiếp tiêu biểu điều khiển động cơ  
KĐB sử dụng trong RTG (QC) tại Xí  
nghiệp xếp dỡ Chùa Vẽ**

## LỜI MỞ ĐẦU

Bước sang thế kỷ 21, sự phát triển vượt bậc của khoa học kỹ thuật đã trở thành nòng cốt của sự tiến bộ xã hội, đặc biệt quan trọng là sự tiến bộ về kinh tế, nhờ vậy xã hội được thay đổi từng ngày, từng giờ.

Trong công nghiệp, máy điện không đồng bộ ba pha là loại động cơ chiếm một tỷ lệ rất lớn so với các loại động cơ khác. Do kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ, nguồn cung cấp lấy ngay trên lưới điện, dải công suất động cơ rất rộng từ vài trăm W đến vài ngàn kW. Tuy nhiên các hệ điều chỉnh tốc độ dùng động cơ không đồng bộ có tỷ lệ nhỏ hơn so với động cơ một chiều. Nhưng với sự ra đời và phát triển nhanh của công cụ bán dẫn công suất như: Điôt, Tranzitor, thyristor ... thì các hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ dùng động cơ không đồng bộ mới được khai thác mạnh hơn.

Sau quá trình học tập và nghiên cứu, em được giao đề tài : **“ Nghiên cứu một số loại biến tần gián tiếp tiêu biểu điều khiển động cơ KDB sử dụng trong RTG (QC) tại Xí nghiệp xếp dỡ Chùa Vẽ ”**. Trong đề án này em xin trình bày 3 chương với nội dung như sau :

Chương 1 : Giới thiệu về cầu trục RTG ( Rubber tired gantry crane ) của cảng Chùa Vẽ.

Chương 2 : Biến tần gián tiếp sử dụng IGBT, biến tần hãng FUJI Nhật Bản với ứng dụng trên cầu trục RTG và QC.

Chương 3 : Mô phỏng hệ truyền động điện biến tần cấp cho động cơ xoay chiều ba pha (dựa trên cơ sở nguyên lý của họ biến tần frenic 5000 vg7s).

Em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến tất cả các thầy cô giáo Khoa Điện đã tận tình dạy dỗ em những kiến thức chuyên môn làm cơ sở để hoàn thành đề tài tốt nghiệp và đã tạo điều kiện thuận lợi cho em hoàn tất khóa học.

Đặc biệt em xin gửi lời cảm ơn tới thầy hướng dẫn PGS.TS Nguyễn Tiến Ban đã tận tình chỉ bảo, gợi ý, giúp đỡ, tạo mọi điều kiện và nhiệt tình giúp đỡ em hoàn thành tốt đề tài này.

## CHƯƠNG 1.

### GIỚI THIỆU VỀ CẦU TRỤC RTG (RUPBBER TIRED GANTRY CRANNE) CẢNG CHÙA VỄ

#### 1.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ RTG



*Hình 1.1. Hình ảnh về cầu trục RTG*

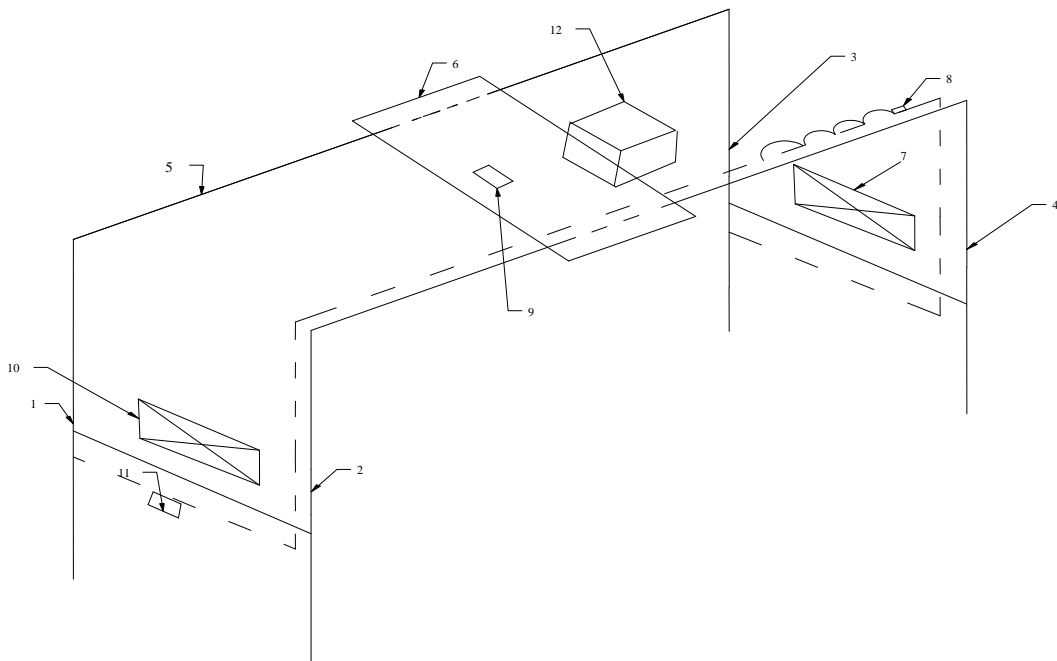
##### 1.1.1 Đặc điểm

Cầu trục giàn bánh lốp được mô tả như hình 1.1, các cơ cấu điều khiển chuyển động chính của cầu trục giàn bánh lốp bao gồm: Cơ cấu nâng hạ hàng; Cơ cấu di chuyển xe con; Cơ cấu di chuyển giàn; Việc cấp nguồn điện cho cầu trục hoạt động bằng diesel lai máy phát điện đồng bộ. Đặc điểm làm việc của cầu trục giàn bánh lốp có tính cơ động, năng suất cao.

##### 1.1.2. Cấu trúc

Cấu trúc của RTG được mô tả như hình 1.2. Trong đó 1 , 2 , 3 , 4 - chân của cầu trục; 5 - xà đỡ cho cơ cấu xe con và nâng hạ hàng; 6 - xe con; 7 - Buồng lắp đặt thiết bị điều khiển chính; 8 - Kẹp dây cấp nguồn cho các cơ cấu

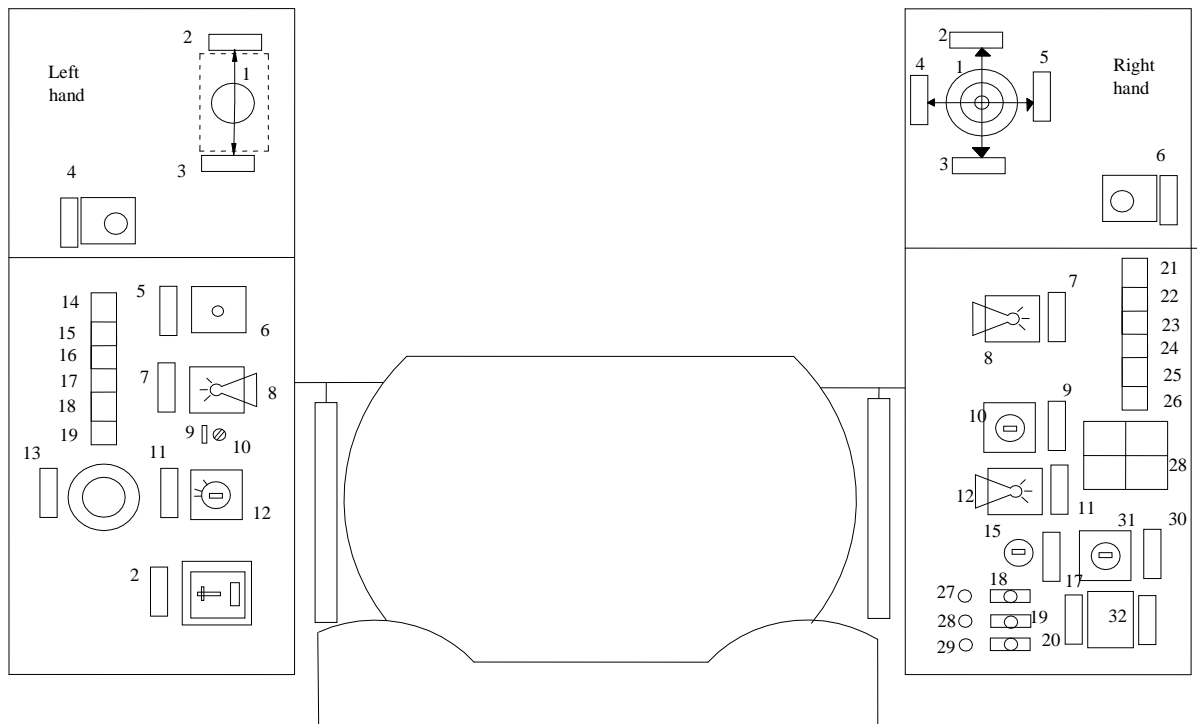
lắp phía trên; 9 - Buồng điều khiển xe con; 10 -Buồng Diesel – Máy phát; 11 - Hộp đấu dây; M1,M2 - Động cơ di chuyển giàn ; 12-Cabin



**Hình 1.2.** Cơ cấu chính của RTG

Giàn di chuyển được bằng hệ thống bánh lốp với hai động cơ truyền động với công suất mỗi động cơ 45 KW. Động cơ nâng hạ được đặt trên xà đỡ xe con công suất 150 kW và động cơ di chuyển xe con 15kW.

## Cấu trúc bàn điều khiển



*Hình 1.3. Bàn điều khiển*

## Bảng điều khiển bên phải cabin

*Bảng 1.1: Cơ cấu bảng điều khiển phía phải cabin*

Thứ tự	Tên gọi tiếng anh	Dạng	Chức năng
1	MASTER SWITCH	Tay điều khiển	Điều khiển nâng hạ ,di chuyển
2	HOIST DOWN		Hạ hàng
3	HOIST UP		Nâng hàng
3	GANTRY LEFT		Di chuyển sang trái
4	GANTRY RIGHT		Di chuyển sang phải

5, 6	GANTRY RIGHT (EMERGENCY STOP)	Nút ấn	Nút ấn dừng khẩn cấp
7	SPREADER	Khung cầu	Ngoạm
8	UNLOCK-0- LOCK	Công tắc	Khóa mở chốt
9	SPREADER		
10	20FT-40F	Công tắc	Thay đổi chiều dài móc phù hợp với container
11	LANDED BYPASS		Công tắc dừng khi chạm công
12 13	OFF-ON WHEEL POSITION	Khóa	Vị trí lái
14	0 <sup>0</sup> -90	Công tắc	Quay bánh
15	FLOOD LIGHT ON/OFF	Công tắc	Điều khiển đèn pha hệ thống chiếu sáng
16	ON/OFF		Đèn chiếu sáng
17,18,19 ,20	ON-OFF	Công tắc chuyển đổi	Gạt nước rửa kính
21	SPREADER PUMP START	Nút ấn	Khởi động bơm ngoạm
22	SPREADER PUMP STOP	Nút ấn	Dừng bơm
23		Nút ấn	Đặt chốt bánh xe
25-29			Các đèn báo

**Bảng điều khiển bên trái ca bin:***Bảng 1.2: Cơ cấu bảng điều khiển phía trái cabin*

Thứ tự	Tên tiếng anh	Dạng	Chức năng
1	MASTER SWITCH	Cần gạt	Điều khiển di chuyển xe con
2	TROLEY FORWARD		Tiến xe con
3	TROYLEY REVERSIDE		Lùi Xe con
4	EMERGENCY STOP(ENGINE STOP)	Nút ấn	Nút dừng máy sự cố .
5			
6	RIGHT-LEFT		Công tắc điều khiển nghiêng
7	SKEW		Nghiêng móc
8	LEFT-0-RIGHT	Công tắc xoay	
9	ENGINE	Công tắc	Chuyển chế độ hoạt động (chờ
10	IDLE-FULL	xoay	hoặc có tải)
12	SKEW SWITCH	Công tắc	Công tắc điều khiển độ nghiêng
13	FUEL LEVEL		Kiểm tra mức dầu
14	CONTROL ON	Nút bấm	Ấn để bật nguồn điều khiển
15	CONTROL OFF	Nút bấm	Ấn để tắt nguồn điều khiển
16	ENGINE FAULT	Đèn báo	Máy bị lỗi
17	ENGINE RUN	Đèn báo	Máy đang hoạt động
18	BATTERY ON	Đèn báo	Kiểm tra nguồn ắc quy
19	BUZZER STOP	Nút bấm	Còi báo dừng máy
20	CAB LIGHT	Công tắc	Đèn cabin

### **1.1.3. Các thông số chính về RTG**

Sức nâng lớn nhất khi dùng khung cầu: 35,6 tấn.

Chế độ thử tải: 125% sức nâng lớn nhất.

Loại container: 40 FEET , 20 FEET ;

Khung cầu: Khung cầu kiểu ống lồng 20', 40'

Hành trình xe con : 19,07m

Chiều cao nâng: 15,24

Cơ sở xe (khoảng cách trục bánh xe) : 6,4 m

Số lượng bánh xe cầu trục: 8 bánh (2 bánh/cụm chân)

Áp lực lên bánh xe (khi không có tải trọng gió)

Với tải trọng danh định (35,6 tấn) xấp xỉ 26,9 tấn/bánh

Khi không tải: xấp xỉ 18,8 tấn/bánh

### **1.1.4. Tốc độ vận hành**

a. Tốc độ nâng

Với tải lớn nhất : 20 m/phút

Chỉ với khung cầu: 45 m/phút

b. Tốc độ di chuyển xe con : 70 m/phút

c. Tốc độ di chuyển giàn: 135 m/phút (không gió, không dốc, không tải).

### **1.1.5. Nguồn điện**

a. Cầu trục được cung cấp bởi hệ thống diesel – máy phát điện

b. Động cơ diesel chính: Cummins

- Loại động cơ: kiểu NTA855-G2

- Loại vận hành: 4 kỳ, làm mát bằng nước và quạt gió tự lai.

c. Mạch động cơ xoay chiều: AC 440V, 60Hz, 3 pha.

d. Mạch điều khiển : AC 100V, 60Hz, 1 pha

: AC 200V, 60Hz, 3 pha



- e. Điện áp sự cố và chiếu sáng: AC 220V, 60Hz, 3 pha
- f. Máy điều hoà không khí: AC 100V, 60Hz, 1 pha
- g. Bộ sấy nóng: AC 220V, 60Hz, 1 pha
- h. Nguồn năng lượng dự phòng AC 220V, 50Hz, 1 pha

### 1.1.6. Phanh hãm

**Bảng 1.3: Cơ cấu phanh hãm**

Công dụng	Số lượng	Loại
Cơ cấu nâng hạ	1	Phanh đĩa điện thuỷ lực xoay chiều
Cơ cấu di chuyển xe con	1	Phanh đĩa điện từ 1 chiều
Cơ cấu di chuyển cầu trục	1	Phanh đĩa điện từ 1 chiều
Cơ cấu nghiêng	1	Phanh điện từ xoay chiều

### 1.1.7. Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy phát điện xoay chiều và động cơ điện sử dụng trên cầu trục RTG

#### Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy phát điện và động cơ

**Bảng 1.4: Bảng thông số kỹ thuật máy phát điện trên RTG [1]**

Công dụng	Công suất ra	Tốc độ (v/ph)	Điện áp (V)	Đặc tính	Nắp đậy	Sứ cách điện	Loại	Số lượng
MFD cấp	450	1800	AC440	Liên	Chống	Vật liệu	Đồng	1

nguồn cho động cơ điện	KVA			tục	thâm	cách điện cấp F	bộ	
Đ/cơ cơ cầu nâng	150 KW	1000/2250	AC440	Liên tục	TEFC	”	Lồng sóc	1
Đ/cơ cơ cầu di chuyển xe con	37 KW	1750	AC440	60# ED	TEFC	”	”	1
Đ/cơ cơ cầu di chuyển cần trực	45KW	1533/2300	AC440	40%ED	TEFC	”	”	2
Đ/cơ bơm thủy lực khung cầu	5,5 KW	1800	AC440	Liên tục	TEFC	”	”	1
Đ/cơ cơ cầu chống ngiên	2,2 KW	1800	AC440	30 phút	TENV	Cấp E	”	1
Đ/cơ của bơm hệ	5,5 KW	1800	AC440	Liên tục	TENV	Cấp B	”	2

thông lái								
Đ/cơ momen xoắn chống lắc	4,4 KGM	1800	AC440	Liên tục	Chống thâm	Cấp F	Đ/cơ có Mo men lớn	4

## 1.2 NHỮNG ĐẶC ĐIỂM VỀ ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC RTG

### 1.2.1. Điều khiển dễ dàng

Trên ca bin điều khiển các cần điều khiển , nút bấm phanh hãm được bố trí hợp lý đảm bảo vận hành đơn giản với các cơ cấu nâng hạ, di chuyển và di chuyển giàn. Cùng với nó là các nút bấm cảnh báo cũng như khẩn cấp được bố trí hợp lí

### 1.2.2. Đảm bảo tốc độ nâng với tải trọng định mức

Đảm bảo tốc độ nâng với tải trọng định mức là điều kiện để nâng cao năng suất bốc xếp hàng hoá, đưa lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật tốt nhất cho sự hoạt động của cần trục – cầu trục. Nếu tốc độ nâng hạ thiết kế quá lớn sẽ đòi hỏi kích thước, trọng lượng của các bộ truyền cơ khí lớn, điều này dẫn tới giá thành chế tạo cao. Mặt khác tốc độ nâng hạ tối ưu đảm bảo cho hệ thống điều khiển chuyển động của cơ cấu thoả mãn các yêu cầu về thời gian đảo chiều, thời gian hãm, làm việc liên tục trong chế độ quá độ (hệ thống liên tục đảo chiều theo chu kỳ bốc xếp), gia tốc và độ dật thoả mãn yêu cầu. Ngược lại nếu tốc độ quá thấp sẽ ảnh hưởng đến năng suất bốc xếp hàng hoá. RTG tốc độ nâng có thể đến 45m/p

### 1.2.3. Có khả năng thay đổi tốc độ phạm vi rộng

Khả năng thay đổi tốc độ giúp để nâng cao năng suất bốc xếp đồng thời

thoả mãn yêu cầu công nghệ bốc xếp với nhiều chủng loại hàng hoá. Cụ thể là: khi nâng và hạ móc không hay tải trọng nhẹ với tốc độ cao, còn khi có yêu cầu khai thác phải có tốc độ thấp và ổn định để hạ hàng hoá vào vị trí yêu cầu.

Ngoài ra các hệ thống truyền động phải có các tốc độ trung gian như sau:

- Tốc độ toàn tải:  $V_{đm}$  .
- Tốc độ nâng một phần hai tải:  $1,5- 1,7 V_{đm}$  .
- Tốc độ nâng móc không:  $3 \div 3,5 V_{đm}$  .
- Tốc độ hạ toàn tải:  $2 \div 2,5 V_{đm}$ .
- Tốc độ hạ ít tải hoặc móc không:  $2 \div 2,5 V_{đm}$ .

Do vậy để đảm bảo chất lượng nâng hạ hàng trên RTG đã thực hiện sử dụng 5 cấp tốc độ đảm bảo yêu cầu hàng hóa lúc chạm đất cũng như với các hàng hóa yêu cầu đòi chất lượng phục vụ tốt.

#### **1.2.4. Tác động nhanh thời gian quá độ ngắn**

Đối với chuyển động cầu trục và cần trục quá trình thay đổi tốc độ và quá trình phanh hãm xảy ra liên tục do vậy yêu cầu hệ thống phải tác động nhanh. Với việc sử dụng động cơ rôto lồng sóc Trên RTG bố trí các loại phanh thủy lực và bộ biến đổi inverter nhằm thực hiện các quá trình thay đổi tốc độ và phanh hãm, nên thỏa mãn yêu cầu :

- + Khởi động nhanh
- + Thay đổi tốc độ trơn lán
- + Dừng khẩn cấp.

#### **1.2.5. Đảm bảo an toàn cho hàng hóa**

Đảm bảo an toàn cho hàng hóa là yêu cầu cao nhất trong công tác khai thác, vận hành cần trục – cầu trục. Các hệ thống cần có các bảo vệ như: Bảo vệ móc chạm đỉnh, bảo vệ chùng cáp cho cơ cấu nâng hạ hàng. Bảo đảm độ nghiêng, độ rung lắc của hàng hóa. Bảo vệ góc quay hay bảo vệ hành trình cho cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển. Ngoài ra cần có các hệ thống đo lường

và bảo vệ quá tải về tải trọng nâng cho cơ cấu nâng hạ hàng và nâng hạ cần.

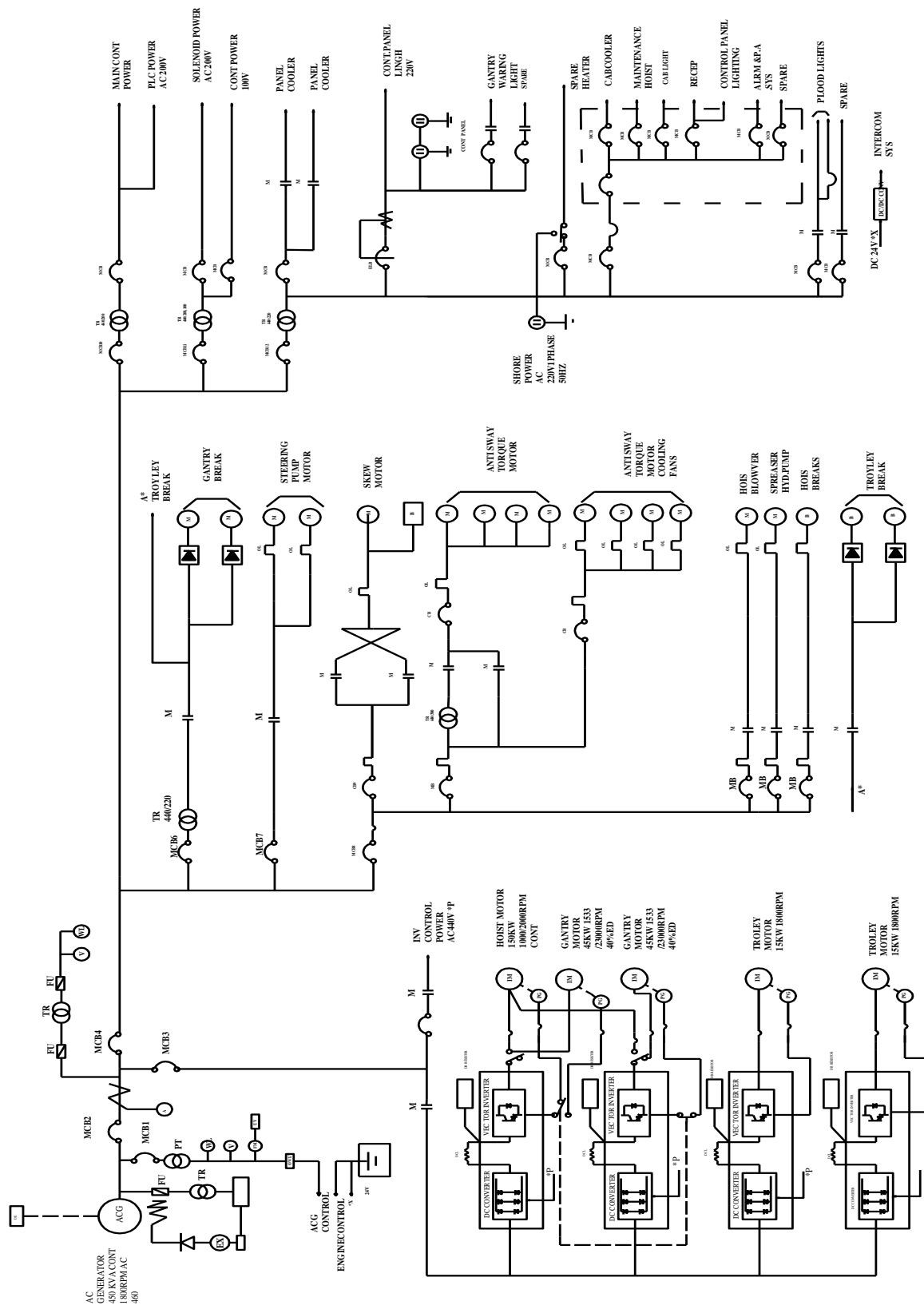
### **1.3 GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN**

#### **Nguyên lý cấp nguồn**

Để đưa hệ thống vào làm việc trước hết phải khởi động máy phát điện xoay chiều ACG. Khi máy phát đã làm việc ổn định thì ta đóng cầu dao MCB1 để kiểm tra điện áp, tần số do máy phát phát ra, đồng thời cấp nguồn cho bộ điều khiển máy phát xoay chiều. Tiếp đến đóng cầu dao MCB2 cấp nguồn cho hệ thống đo lường gồm máy biến dòng, máy biến điện áp, vôn kế, ampe kế.

Khi các thông số đo được ở trạng thái bình thường thì cho phép đóng cầu dao MCB3: cấp nguồn cho các bộ biến tần INV1, INV2, INV3. Bộ biến tần INV1, INV2 cấp nguồn cho các động cơ nâng hạ và di chuyển xe cầu. Bộ biến tần INV3 cấp nguồn cho động cơ di chuyển xe con. Cầu dao MCB4 đóng cấp nguồn cho các cơ cấu phụ. Đóng cầu dao MCB6 qua các bộ chỉnh lưu cấp điện cho cơ cấu phanh hãm dừng. Cầu dao MCB7 cấp nguồn cho các động cơ bơm hơi cho hệ thống lái. Đóng MCB8, MCB9 cấp nguồn cho hệ thống chống lắc, nếu lắc bên trái thì bộ tiếp điểm R tác động để kéo lệch về bên phải và ngược lại. Qua các cầu dao phụ MCB = 1 cấp nguồn tới các quạt làm mát, các động cơ chống lắc, quạt gió cho động cơ nâng, bơm thủy lực, phanh cho cơ cấu nâng và xe con...

Đóng cầu dao MCB10, MCB11, MCB12 cấp nguồn cho: nguồn điều khiển chính 200V, nguồn PLC 200V, cuộn điều khiển, bộ điều khiển AC100V, bàn điều khiển các thiết bị làm mát, các thiết bị chiếu sáng, đèn báo cho cầu trục, nguồn dự phòng, chiếu sáng cabin, xe con. Hệ thống điều khiển động cơ Diesel dùng nguồn một chiều DC24V từ 2 acquy 12V.



Hình 1.4. Sơ đồ đường dây chính RTG

## 1.4 HỆ THỐNG CẤP NGUỒN

Toàn bộ nguồn điện được cung cấp từ tổ máy phát đồng bộ động cơ sơ cấp là động cơ diesel.

Sơ đồ nguyên lý điều khiển trạm phát điện được biểu diễn trên hình 1.5

**ACG:** Máy phát điện đồng bộ ba pha có các thông số kỹ thuật sau:

Công suất: 450 kVA.

Tốc độ: 1800 vg/ph.

Điện áp: AC 460 V. 60 Hz

Loại: đồng bộ.

Cấp cách điện: F.

Số lượng: 01.

**AVR:** Bộ tự động điều chỉnh điện áp.

**R2:** Chiết áp điều chỉnh độ lớn điện áp ra.

**PT1 :** Máy biến áp 3 pha 440/110; 50 VA được mắc với nhau cấp nguồn 3 pha 110/60 Hz cho mạch đo lường.

**WL1:** Đèn báo nguồn.

**1 VM:** Vôn kế.

**1 FM:** Đồng hồ đo tần số.

**1 WHM:** Oát kế.

**CT1, CT2:** Máy biến dòng đo lường 600/5A.

**ACF-6:** Ampe kế.

**UV:** Rơ le kiểm tra điện áp.

**PB1, N2:** 2 trục đầu dây cấp nguồn DC 24V cho mạch điều khiển.

**1 MCB:** Aptomat chính cấp nguồn động lực từ máy phát tới các cơ cấu.

**2 MCB:** Aptomat cấp điện cho mạch đo lường.

Có 2 tiếp điểm thường mở đóng chậm **1T(02-2C); 1T(02-5B).**

**GB:** Role một chiều điều khiển bật AVR, có một tiếp điểm thường mở **GB(01-4C).**

**GBT:** Role thời gian một chiều có 2 tiếp điểm thường mở đóng chậm **GBT(02-4B); GBT(02-4C):** Không chế thời gian đóng AVR.

**FAL:** Role một chiều báo sự cố có 1 tiếp điểm thường mở **FAL(02-5A)**;  
2 tiếp điểm thường đóng **FAL(02-5D)**; **FAL(02-2C)**.

**RL1:** Đèn báo sự cố.

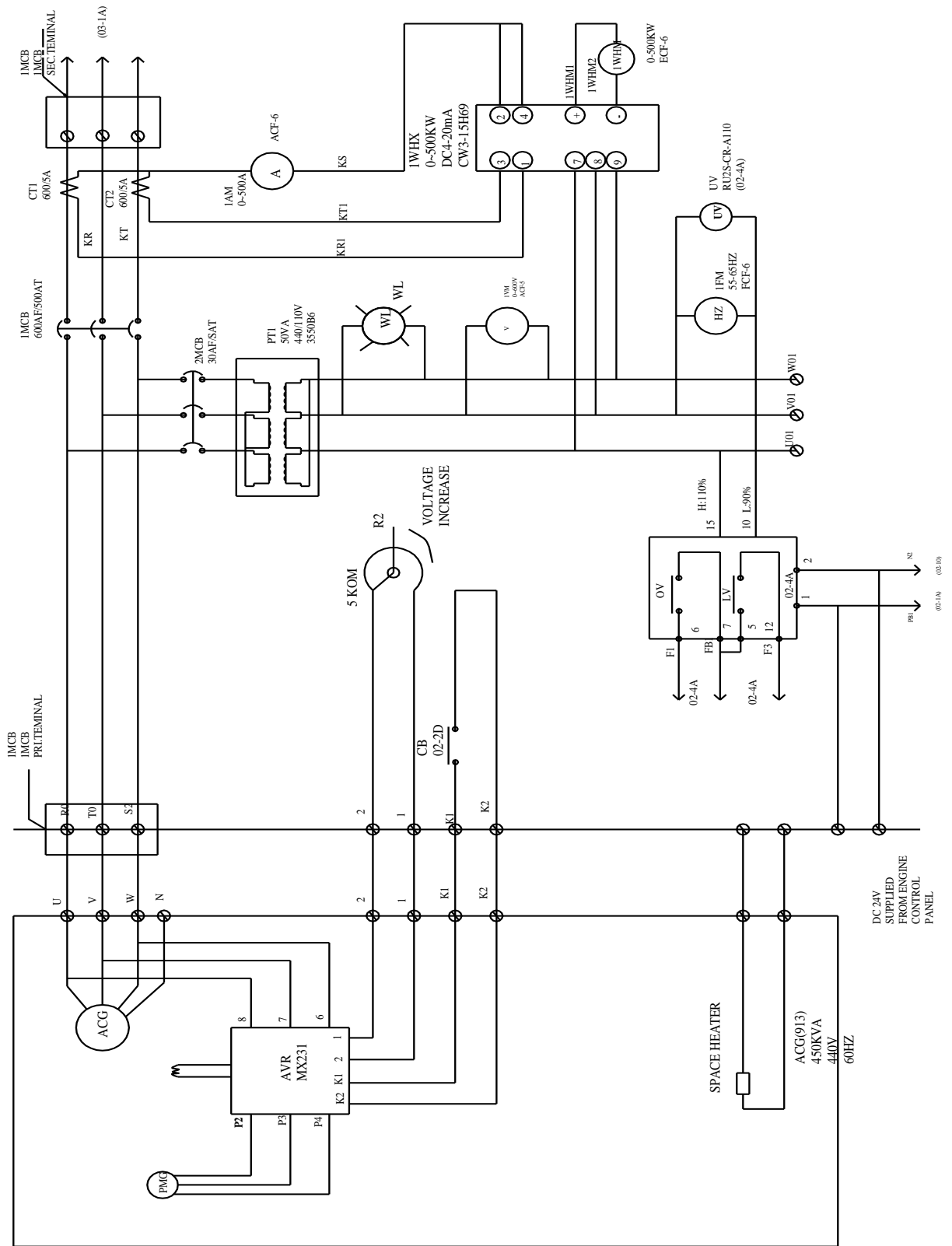
**Các tiếp điểm đặc biệt của các role trong mạch điều khiển diesel:**

Tiếp điểm thường mở **13L(02-2B)** đóng khi tốc độ diesel đạt 1530vg/ph.

**13L(102-4D):**

- Tiếp điểm thường mở **15U** cuộn dây **15U(101-7D)**.
- Đóng ở chế độ có tải (**RATED**), mở ở chế độ không tải **IDLE**.
- Tiếp điểm thường đóng **5Z** (cuộn dây 5Z) mở khi dừng diesel.
- **PB1:** Nút ấn RESET.





Hình 1.5 Sơ đồ cấp nguồn

## 1.5 HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG

Hệ thống chiếu sáng trên RTG đảm bảo độ sáng trong vận hành, sửa chữa trong thời gian ban ngày và ban đêm nên gồm có :

- Hệ thống đèn pha (Food light) có 8 đèn , điện áp 220V,300W là loại đèn hơi thủy ngân
- Hệ thống đèn chiếu sáng ca bin là loại đèn huỳnh quang 20Wx2
- Hệ thống đèn buồng điều khiển phụ (trolley panel) huỳnh quang 10Wx2 phục vụ vận hành và sửa chữa

## 1.6 MẠNG TRUYỀN THÔNG VÀ THÔNG TIN LIÊN LẠC

### 1.6.1. Mạng PLC và kết nối

Thiết bị PLC dùng trong cầu trục RTG là bộ điều khiển logic mang tên MICREX\_F do hãng FUJI của Nhật Bản chế tạo.



**Hình 1.6** Khối PLC

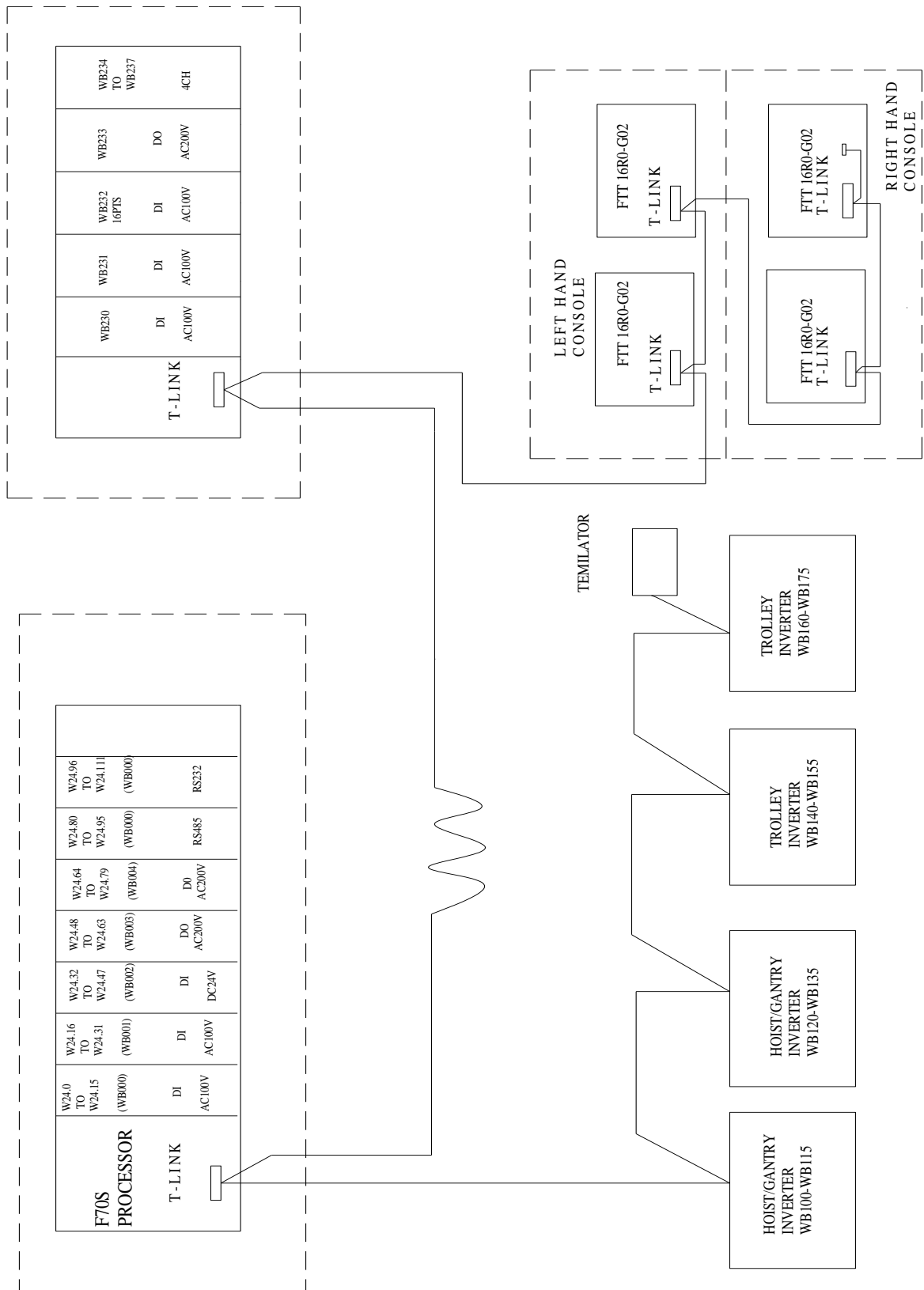
*Chức năng :*

F70S : Khối xử lý trung tâm.

RMn: Các modul ghép nối ( n = 1, 2 ,3 , 5, 6 , 7, 8).

Khối xử lý trung tâm 70S có địa chỉ ADD = 0 bao gồm :

- + 3 module tín hiệu vào (100VAC mỗi modul có 16 đầu vào đánh số từ WB000 đến WB002F ).
- + 2 Module tín hiệu ra 200VAC từ WB0040 đến WB 005F .
- + Một module kết nối RS485 16 bit.
- + Một module kết nối RS232 16 bit.



**Hình 1.7** Hệ điều khiển PLC

Ngoài ra có thêm 5 module được đặt trên bảng điều khiển phụ xe con bao gồm:

- + 3 module DI AC100v 16 bit dùng để nhận các tín hiệu phản hồi từ các cơ cấu di chuyển xe con cũng như các sự cố.

+1 module tín hiệu DO 200VAC điều khiển các công tắc tơ.

Việc liên lạc giữa CPU của PLC và màn hình hiển thị, báo lỗi làm việc và 2 bộ nghịch lưu INV1, INV2 được thực hiện thông qua đường cáp quang và qua khối giao diện T - LINK. Toàn bộ quy trình công nghệ, chương trình hoạt động của cầu trục đã được lập trình và cài đặt. Tuy nhiên, người sử dụng có thể kiểm tra, thay đổi thông số bằng cách ghép nối với máy tính với CPU của PLC qua giao diện có sẵn RS232.

### **1.6.2 Mạng thông tin liên lạc**

Trên cầu trục RTG người ta sử dụng điện thoại (interphone) để phục vụ cho việc sửa chữa và thông tin liên lạc trong thời gian vận hành. Gồm có hai máy được bố trí trên cabin và cách chân máy của hãng AIPHONE sử dụng điện áp xoay chiều 100VAC chuyển sang 6VDC. Loại điện thoại có dây này được đặt trong một hộp bảo vệ cách chân máy có khóa do người vận hành giữ.

## **CHƯƠNG 2.**

### **BIẾN TẦN GIÁN TIẾP SỬ DỤNG IGBT, BIẾN TẦN HÃNG FUJI NHẬT BẢN VỚI ỨNG DỤNG TRÊN CẦN TRỤC RTG VÀ QC**

#### **2.1 GIỚI THIỆU VỀ BIẾN TẦN GIÁN TIẾP**

##### **2.1.1. Đặt vấn đề**

Biến tần là thiết bị biến đổi tần số, điện áp với mục đích chính thay đổi momen để đạt được tốc độ mong muốn. Do vậy việc sử dụng biến tần ngày càng trở nên rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, nhất là trong những lĩnh vực đòi hỏi những yêu cầu khắt khe về tốc độ, momen. Bên cạnh đó một số loại biến tần còn khắc phục được những hạn chế khi khởi động động cơ so với các phương pháp khác như: khởi động trực tiếp, khởi động sao-tam giác, khởi động bằng biến áp tự ngẫu ba pha. Biến tần còn có ưu điểm là tiết kiệm được điện năng sử dụng.

Về phân loại biến tần ba pha gồm có hai loại:

+Biến tần trực tiếp

+Biến tần gián tiếp : - Biến tần nguồn dòng  
- Biến tần nguồn áp

##### **2.1.2. Biến tần gián tiếp**

###### **2.1.2.1. Thiết bị biến tần gián tiếp dùng chỉnh lưu điều khiển**

Bộ biến tần này có cấu trúc như trên hình 2.1a, điện áp xoay chiều lưới điện được biến đổi thành điện áp một chiều có điều chỉnh nhờ chỉnh lưu điều khiển tiristor, khâu lọc có thể là bộ lọc điện dung hoặc điện cảm phụ thuộc vào dạng nghịch lưu yêu cầu, khối nghịch lưu có thể sử dụng các tiristor hoặc transistor. Việc điều chỉnh giá trị điện áp ra U<sub>2</sub> được thực hiện bằng việc điều khiển góc điều khiển bộ chỉnh lưu, việc điều chỉnh tần số tiến hành bởi khâu nghịch lưu, tuy nhiên quá trình điều khiển được phối hợp trên cùng một mạch điện điều khiển. Cấu trúc của bộ biến tần loại này đơn giản, dễ điều khiển nhưng do khâu biến đổi điện áp xoay chiều thành một chiều (đầu vào) sử dụng chỉnh lưu điều khiển tiristor nên khi điện áp ra thấp thì hệ số công suất giảm thấp; khâu biến đổi điện áp hoặc dòng điện một chiều thành xoay chiều (đầu ra)

thường dùng nghịch áp 3 pha bằng tiristor nên sóng hài bậc cao trong điện áp xoay chiều đầu ra thường có biên độ khá lớn. Đây là nhược điểm chủ yếu của loại bộ biến tần này.



**Hình 2.1.** Bộ biến tần gián tiếp có khâu trung gian một chiều

- a) Biến tần dùng chỉnh lưu điều khiển bằng tiristor
- b) Biến tần dùng chỉnh lưu không điều khiển có thêm bộ biến đổi xung điện áp
- c) Biến tần dùng chỉnh lưu không điều khiển với nghịch lưu điều chế PWM

### 2.1.2.2. Biến tần dùng chỉnh lưu không điều khiển có thêm bộ biến đổi xung điện áp

Bộ biến tần xoay gián tiếp dùng bộ chỉnh lưu không điều khiển kết hợp với bộ biến đổi xung điện áp một chiều để điều chỉnh điện áp một chiều ở đầu vào khối nghịch lưu được biểu diễn trên hình 2.1b.

Việc biến đổi điện áp xoay chiều thành một chiều để cấp cho khối nghịch lưu sử dụng bộ chỉnh lưu điôt không điều khiển. Khối nghịch lưu chỉ có nhiệm vụ biến đổi điện áp một chiều thành xoay chiều với tần số điều chỉnh được mà không có khả năng điều chỉnh điện áp ra của nghịch lưu nên giữa khối chỉnh lưu và nghịch lưu bố trí thêm bộ biến đổi xung điện áp một chiều để điều chỉnh giá trị điện áp một chiều cấp cho nghịch lưu nhằm thực hiện nhiệm vụ điều chỉnh giá trị hiệu dụng điện áp xoay chiều đầu ra nghịch lưu U2. Mặc dù

bộ biến tần này đã phải thêm một khâu (chưa kể phải thêm khâu lọc) nhưng hệ số công suất đầu vào khá cao, khắc phục được nhược điểm của bộ biến tần thứ nhất trên hình 2.1a. Khối nghịch lưu đầu ra không thay đổi nên vẫn tồn tại nhược điểm là các sóng hài bậc cao có biên độ khá lớn.

### **2.1.2.3. Bộ biến tần dùng bộ chỉnh lưu không điều khiển với bộ nghịch lưu PW**

Như trên đã trình bày, trong hệ thống điều tốc biến tần áp dụng phương pháp chỉnh tỷ số điện áp-tần số không đổi, khi sử dụng biến tần gián tiếp dùng tiristor thì việc điều chỉnh điện áp và tần số được thực hiện riêng ở hai khâu: điều chỉnh tần số ở khâu nghịch lưu, còn điều chỉnh điện áp thực hiện ở khâu chỉnh lưu, điều này đã kéo theo một loạt vấn đề. Các vấn đề đó là:

- + Mạch điện chính có 2 khâu công suất điều khiển được, nghĩa là khá phức tạp;

- + Do khâu một chiều trung gian có bộ lọc bằng tụ lọc hoặc điện kháng với quán tính lớn, làm cho tính thích nghi trạng thái động của hệ thống thường bị chậm trễ.

- + Do bộ chỉnh lưu có điều khiển làm cho hệ số công suất của nguồn điện cung cấp giảm nhỏ khi công suất đầu ra giảm xuống theo sự thay đổi chế độ làm việc của hệ điều tốc, đồng thời làm tăng sóng hài bậc cao trong dòng điện nguồn

- + Đầu ra của bộ nghịch lưu là điện áp (dòng điện) có dạng khác xa hình sin, tạo ra nhiều sóng hài bậc cao trong dòng điện động cơ, dẫn tới mô men biến động khá lớn ảnh hưởng tới tính ổn định làm việc của động cơ, đặc biệt khi ở tốc độ thấp. Vì vậy các thiết bị biến tần do các linh kiện điện tử công suất dạng tiristor không thể đáp ứng được những yêu cầu đối với những hệ thống điều tốc biến tần hiện đại. Sự xuất hiện các linh kiện điện tử công suất điều khiển hoàn toàn (GTO, IGBT, ...) cùng với sự phát triển của kỹ thuật vi điện tử đã tạo ra được các điều kiện tốt để giải quyết vấn đề này.

Hình 2.1c giới thiệu cấu trúc bộ biến tần PWM, bộ biến tần này vẫn là bộ biến tần gián tiếp có khâu trung gian một chiều, chỉ khác là khâu chỉnh lưu

chỉ cần là chỉnh lưu không điều khiển, điện áp ra của nó sau khi đi qua bộ lọc C (hoặc L-C) cho điện áp một chiều có giá trị không đổi dùng để cấp cho khâu nghịch lưu, linh kiện đóng mở công suất trong khâu nghịch lưu là các phân tử điều khiển hoàn toàn và được điều khiển đóng cắt với tần số khá cao, tạo nên trên đầu ra một loạt xung hình chữ nhật với độ rộng khác nhau, còn phương pháp điều khiển quy luật phân bố thời gian và trình tự thao tác đóng - cắt (mở - khóa) chính là phương pháp điều chế độ rộng xung. ở đây, thông qua việc thay đổi độ rộng của các xung hình chữ nhật có thể điều chế giá trị biên độ điện áp của sóng cơ bản đầu ra nghịch lưu, đáp ứng yêu cầu phối hợp điều khiển tần số và điện áp của hệ điều tốc biến tần.

Đặc điểm chủ yếu của mạch điện trên hình 2.1c là :

- + Mạch điện chính chỉ có một khâu công suất điều khiển được, đơn giản hoá cấu trúc, hệ số công suất của mạng điện không liên quan tới biên độ của điện áp đầu ra bộ nghịch lưu và tiến gần đến 1;

- + Bộ nghịch lưu thực hiện đồng thời điều tần và điều áp, không liên quan đến tham số của linh kiện khâu trung gian một chiều, đã làm tăng độ tác động nhanh trạng thái động của hệ thống;

- + Có thể nhận được đồ thị điện áp đầu ra tốt, có thể hạn chế hoặc loại bỏ được sóng hài bậc thấp, làm cho động cơ có thể việc với điện áp biến thiên gần như hình sin, biên độ của mô men khá nhỏ, mở rộng rất lớn phạm vi điều chỉnh tốc độ của hệ thống truyền động

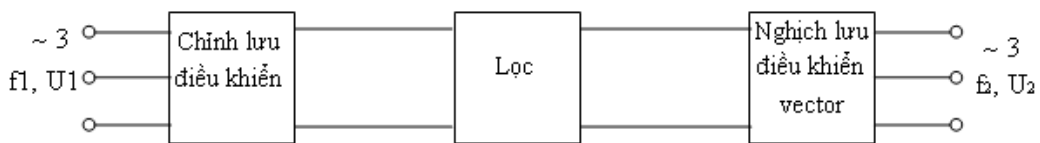
#### **2.1.2.4. Biến tần điều khiển vector**

Với sự ra đời của các dụng bán dẫn công suất điều khiển hoàn toàn đã dẫn đến việc xuất hiện nghịch lưu điều chế độ rộng xung hình sin (SPWM) đã cải thiện một bước chất lượng điều tốc động cơ xoay chiều. Các biến tần SPWM với phương pháp điều chỉnh  $\frac{U_1}{f_s} = const$  ( $f_s$  là tần số sóng hài cơ bản điện áp đặt vào mạch stator động cơ, đây cũng chính là tần số  $f_2$  trong các sơ đồ hình 2.1 và 2.2) có thể cho phép điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều với chất lượng dòng áp khá tốt, phạm vi điều chỉnh đã được mở rộng nhưng mô men cực



đại bị giới hạn và chưa đáp ứng được yêu cầu cao về chất lượng tĩnh của phần lớn các hệ điều tốc. Với các hệ điều tốc vòng kín dùng biến tần gián tiếp SPWM, như là hệ điều tốc điều khiển tần số trượt chẳng hạn, đã cải thiện đáng kể chất lượng tĩnh của hệ thống điều tốc động cơ xoay chiều, tạo được đặc tính gần với hệ thống điều tốc hai mạch vòng động cơ một chiều, tuy nhiên chất lượng động của hệ thì vẫn còn xa mới đạt được như hệ thống điều tốc hai mạch vòng động cơ một chiều.

Dựa trên kết quả nghiên cứu [6] qua nhiều cải tiến liên tục đã hình thành được hệ thống điều tốc biến tần điều khiển vector mà ngày nay được ứng dụng rất phổ biến.



**Hình 2.2.** Bộ biến tần điều khiển vector

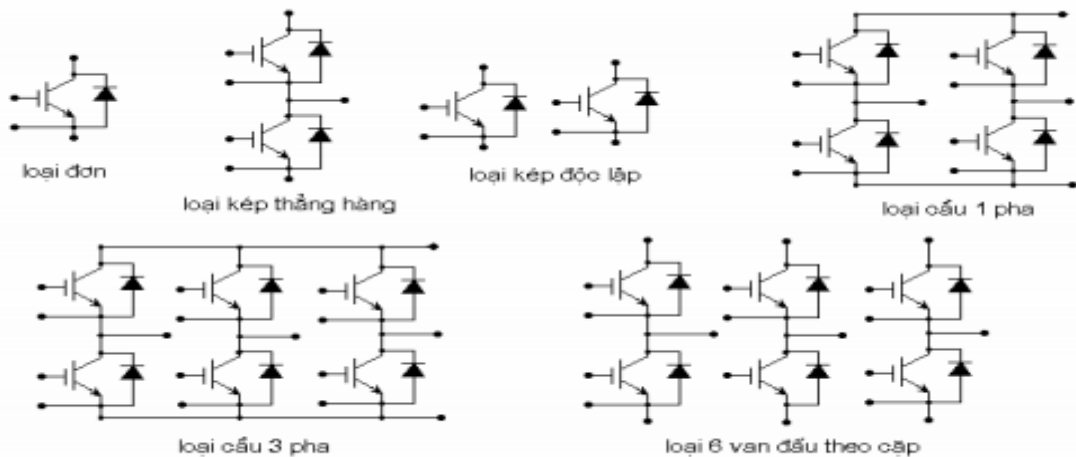
Cấu trúc phổ biến phần lực của biến tần sử dụng nghịch lưu điều khiển vector (biến tần vector) được mô tả như trên hình 2.2. Về cơ bản các thiết bị phần lực của biến tần này hoàn toàn tương tự như của biến tần điều chế độ rộng xung hình sin, chỉ khác là việc điều khiển khối nghịch lưu áp dụng phương pháp điều khiển vector. Trong biến tần điều khiển vector, người ta áp dụng phép biến đổi tọa độ không gian các vector dòng, áp, từ thông động cơ từ hệ ba a-b-c pha sang hệ hai pha quay d-q, quay đồng bộ với từ trường stator của động cơ và thường chọn trục d trùng với vector từ thông rotor (điều khiển định hướng theo từ trường rotor). Thông qua phép biến đổi tọa độ không gian vector, các đại lượng dòng áp xoay chiều hình sin của động cơ trở thành đại lượng một chiều nên hoàn toàn có thể sử dụng các kết quả nghiên cứu tổng hợp hệ truyền động động cơ một chiều để thiết kế các bộ điều chỉnh. Sau đó, các đại lượng một chiều đầu ra các bộ điều chỉnh lại được biến đổi thành đại lượng xoay chiều ba pha qua phép biến đổi ngược tọa độ để không chế thiết bị phát xung điều khiển các van nghịch lưu. Hệ truyền động điện biến tần vector - động cơ xoay chiều được

thực hiện ở dạng hệ vòng kín, với việc điều khiển định hướng theo từ trường rotor cho phép có thể duy trì được từ thông rotor không đổi (ở vùng tần số thấp hơn tần số cơ bản), thực hiện được quan hệ  $\frac{E_r}{f_s} = const$ , nhờ đó mà đặc tính cơ của động cơ xoay chiều không đồng bộ trong hệ có dạng như đặc tính động cơ một chiều (với khả năng quá tải mô men rất lớn).

## 2.2 TRANSITOR CÔNG SUẤT IGBT

Transistor có cực điều khiển cách ly (Insulated Gate Bipolar Transistor), hay IGBT là một linh kiện bán dẫn công suất 3 cực được phát minh bởi Hans W. Beck và Carl F. Wheatley vào năm 1982. IGBT kết hợp khả năng đóng cắt nhanh và khả năng chịu tải lớn. Mặt khác IGBT cũng là phân tử điều khiển bằng điện áp, do đó công suất điều khiển yêu cầu sẽ cực nhỏ.

Các kiểu vỏ chế tạo thông dụng cho IGBT :



**Hình 2.3** : Sử dụng transistor làm bộ biến đổi

Về cấu trúc bán dẫn, IGBT rất giống với MOSFET, điểm khác nhau là có thêm lớp nối với collector tạo nên cấu trúc bán dẫn p-n-p giữa emiter ( tương tự cực gốc) với collector (tương tự với cực máng), mà không phải là n-n như ở MOSFET . Vì thế có thể coi IGBT tương đương với một transistor p-n-p với dòng base được điều khiển bởi một MOSFET. Dưới tác dụng của áp điều khiển  $U_{ge} > 0$ , kênh dẫn với các hạt mang điện là các điện tử được hình thành, giống như ở cấu trúc MOSFET. Các điện tử di chuyển về phía collector vượt qua lớp

tiếp giáp n-p như ở cấu trúc giữa base và collector ở transistor thường, tạo nên dòng collector.

Do cấu trúc n-p-n mà điện áp thuận giữa C và E trong chế độ dẫn dòng ở IGBT thấp hơn hẳn so với Mosfet. Tuy nhiên do cấu trúc này làm cho thời gian đóng cắt của IGBT chậm hơn so với Mosfet, đặc biệt là khi khóa lại. Trên hình vẽ thể hiện cấu trúc tương đương của IGBT với Mosfet và một Tranzitor p-n-p. Ký hiệu dòng qua IGBT gồm hai thành phần:  $i_1$  dòng qua Mosfet,  $i_2$  dòng qua Tranzitor. Phần Mosfet trong IGBT sẽ khóa lại nhanh chóng nếu xả hết được điện tích giữa G và E, do đó dòng  $i_1 = 0$ , tuy nhiên  $i_2$  sẽ không suy giảm nhanh chóng được do lượng điện tích lũy trong (tương đương với bazo của cấu trúc p-n-p) chỉ có thể mất đi do quá trình tự trung hòa điện tích. Điều này xuất hiện vùng dòng điện kéo dài khi khóa IGBT.

Vùng làm việc an toàn được thể hiện dưới dạng đồ thị quan hệ giữa điện áp và giá trị dòng điện lớn nhất mà phần tử có thể hoạt động được trong mọi chế độ, khi dẫn, khi khóa, cũng như trong các quá trình đóng cắt. SOA của IGBT được biểu diễn ở hình bên. Khi điện áp điều khiển dương, SOA có dạng hình chữ nhật với góc hạn chế ở phía trên, bên phải, tương ứng với chế độ dòng điện và điện áp lớn. Điều này có nghĩa là khi chu kỳ đóng cắt càng ngắn, ứng với tần số làm việc càng cao thì khả năng đóng cắt công suất càng suy giảm. Khi đặt điện áp điều khiển âm lên cực điều khiển và emitor, SOA lại bị giới hạn ở vùng công suất lớn do tốc độ tăng điện áp quá lớn sẽ dẫn đến xuất hiện dòng điện lớn đưa vào vùng p của cực điều khiển, tác dụng giống như dòng điều khiển làm IGBT mở trở lại như tác dụng đối với cấu trúc của thyristor. Tuy nhiên khả năng chịu đựng tốc độ tăng áp ở IGBT lớn hơn nhiều so với ở các phần tử bán dẫn công suất khác.

Giá trị lớn nhất của dòng cho phép collector cho phép  $I_{cm}$  được chọn sao cho tránh được hiện tượng chốt giữ dòng, không khóa lại được, giống như ở thyristor. Hơn nữa, điện áp điều khiển lớn nhất  $U_{ge}$  cũng phải được chọn để có thể giới hạn được dòng điện  $I_{ce}$  trong giới hạn lớn nhất cho phép này trong điều kiện sự có ngắn mạch bằng cách chuyển đổi bắt buộc từ chế độ bão hòa sang chế

độ tuyến tính. Khi đó dòng Ice được giới hạn không đổi, không phụ thuộc vào điện áp  $U_{ce}$  lúc đó. Tiếp theo IGBT phải được khóa lại trong điều kiện đó, càng nhanh càng tốt để tránh phát nhiệt quá mạnh. Tránh được hiện tượng chốt giữ dòng bằng cách liên tục theo dõi dòng collector là điều cần thiết khi thiết kế IGBT.

## 2.3 BIẾN TẦN TRONG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

### 2.3.1 Động cơ không đồng bộ



**Hình 2.4:** Động cơ điện không đồng bộ rotor lồng sóc.

Động cơ không đồng bộ 3 pha được sử dụng phổ biến trong sản xuất cũng như trong sinh hoạt. Ngày nay nó được thay thế nhiều cho các động cơ điện chiều, vì chúng có giá thành rẻ, cấu tạo đơn giản, có thể làm việc trong môi trường khắc nghiệt, nhiệt độ cao, ăn mòn... hơn nữa, hiện nay việc sử dụng các bộ biến tần đã mở ra một triển vọng lớn cho các loại động cơ không đồng bộ. Tuy nhiên động cơ không đồng bộ vẫn còn một số nhược điểm sau:

- + Mômen tỷ lệ với bình phương điện áp, cho nên khi điện áp lưới giảm xuống sẽ làm cho mômen khởi động và mômen tới hạn giảm xuống rất nhiều.
- + Khe hở không khí nhỏ làm cho độ tin cậy giảm.
- + Khi điện áp lưới tăng dễ sinh tình trạng nóng quá mức đối với stato cũng như khi điện áp lưới giảm xuống dễ làm rôto nóng quá mức.

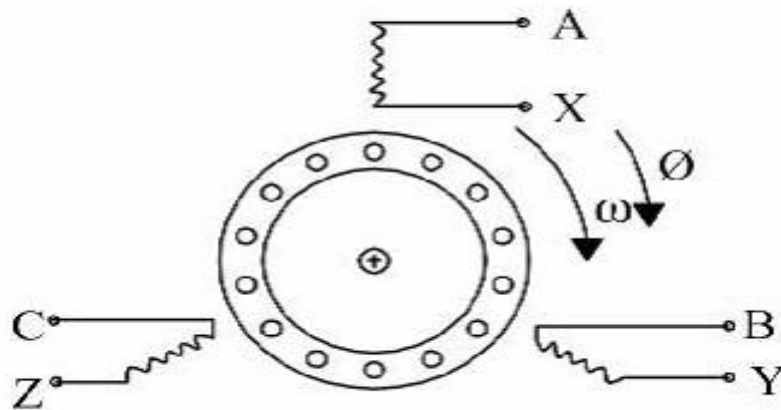
Động cơ không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều hai dây quấn: dây quấn sơ cấp nhận điện áp lưới với tần số  $f_1$ , dây quấn thứ cấp được khép kín.

Dây quấn thứ cấp thứ cấp sinh ra dòng điện nhờ hiện tượng cảm ứng điện từ với tần số  $f_2$  và nó là hàm của tốc độ góc rôto. Động cơ không đồng bộ được chia làm hai loại: động cơ KĐB dây quấn và động cơ KĐB rôto lồng sóc. Động cơ KĐB dây quấn là loại động cơ mà rôto có dây quấn giống stato, dây quấn 3 pha của rôto thường đấu hình sao, ba đầu cũng được nối với vành trượt, đấu với mạch ngoài bằng chổi than. Nhờ cơ cấu này mà ta có thể nối thêm điện trở phụ vào mạch rôto để cải thiện tính năng mở máy và điều chỉnh tốc độ. Động cơ KĐB rôto lồng sóc có dây quấn rôto khác hẳn với kết cấu của stato. Trong rãnh của rôto người ta đặt các thanh dẫn bằng đồng hay nhôm và nối tất chúng ở hai đầu vòng ngắn mạch. Cấu tạo gồm hai phần chính:

- + Phần cảm gồm 3 cuộn dây đặt lệch nhau  $120^\circ$  và được cấp điện áp xoay chiều 3 pha để tạo từ trường quay. Phần cảm đặt ở stato được nối sao hoặc tam giác.

- + Phần ứng cũng gồm 3 cuộn dây, thường đặt ở rôto, với rôto lồng sóc và rôto dây quấn.

Động cơ KĐB làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, khi đặt điện áp 3 pha vào 3 dây quấn 3 pha đặt đối xứng trong lõi thép stato. Khi từ trường quay (giả thiết theo chiều kim đồng hồ) của phần cảm quay qua các thanh dẫn phần ứng thì các cuộn dây (hay thanh) của phần ứng xuất hiện 1 suất điện động cảm ứng. Nếu mạch phần ứng nối kín thì có dòng điện cảm ứng sinh ra (chiều được xác định bằng qui tắc bàn tay phải). Từ trường quay lại tác dụng vào chính dòng cảm ứng này, hai lực từ có chiều được xác định theo qui tắc bàn tay trái, và tạo ra mômen làm quay phần cảm theo chiều quay của từ trường quay.



**Hình 2.5:** Nguyên lý làm việc của động cơ xoay chiều 3 pha

Tốc độ quay của phần cảm luôn nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường quay. Nếu phần cảm quay với tốc độ bằng tốc độ của từ trường thì từ trường sẽ không quay qua các dây dẫn phần cảm nữa nên suất điện động cảm ứng và dòng điện cảm ứng không còn. Do mômen cản phần cảm sẽ quay chậm lại sau từ trường và các dây dẫn phần cảm lại bị từ trường quay qua, dòng điện cảm ứng lại xuất hiện lại và do đó mômen lẩn phần cảm tiếp tục quay theo từ trường nhưng tốc độ luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường.

### 2.3.2 Biến tần trong điều khiển truyền động động cơ không đồng bộ

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

$$\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p} \quad (1.1)$$

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

$$\omega = \omega_0(1-s) \quad (1.2)$$

Do đó bằng việc điều chỉnh tần số  $f_1$  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  $f_1$  có thể điều chỉnh được tốc độ của động cơ. Nhưng khi tần số giảm thì trở kháng của động cơ giảm theo. Kết quả làm cho dòng điện và từ thông của động cơ tăng lên. Nếu điện áp nguồn cấp không đổi sẽ làm cho mạch từ bị lão hóa 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 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 stator  $\Phi_1$ , từ thông của rôto  $\Phi_2$ , hoặc từ thông của tổng mạch từ  $\Phi$ . Vì mômen động cơ tỷ lệ với từ thông trong khe hở từ trường nên việc giữ cho từ thông không đổi cũng như giữ cho mômen không đổi.

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 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 tốc độ 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 của 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 chỉnh tốc độ động cơ theo phương pháp này.

Khảo sát thực tế cho thấy:

- Chiếm 30% thị trường biến tần là các bộ điều khiển mômen.
- Trong các bộ điều khiển mômen 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 giảm năng lượng điện năng tiêu thụ.

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 các phương thức khác nhau, không dùng mạch điện tử. Trước kia khi công nghệ chế tạo 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 chính dạng này là song dạng điện áp cửa 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 với công suất lớn.
- Tổn thất công suất 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 hòa 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 mềm, tính chất tải... mà chỉ

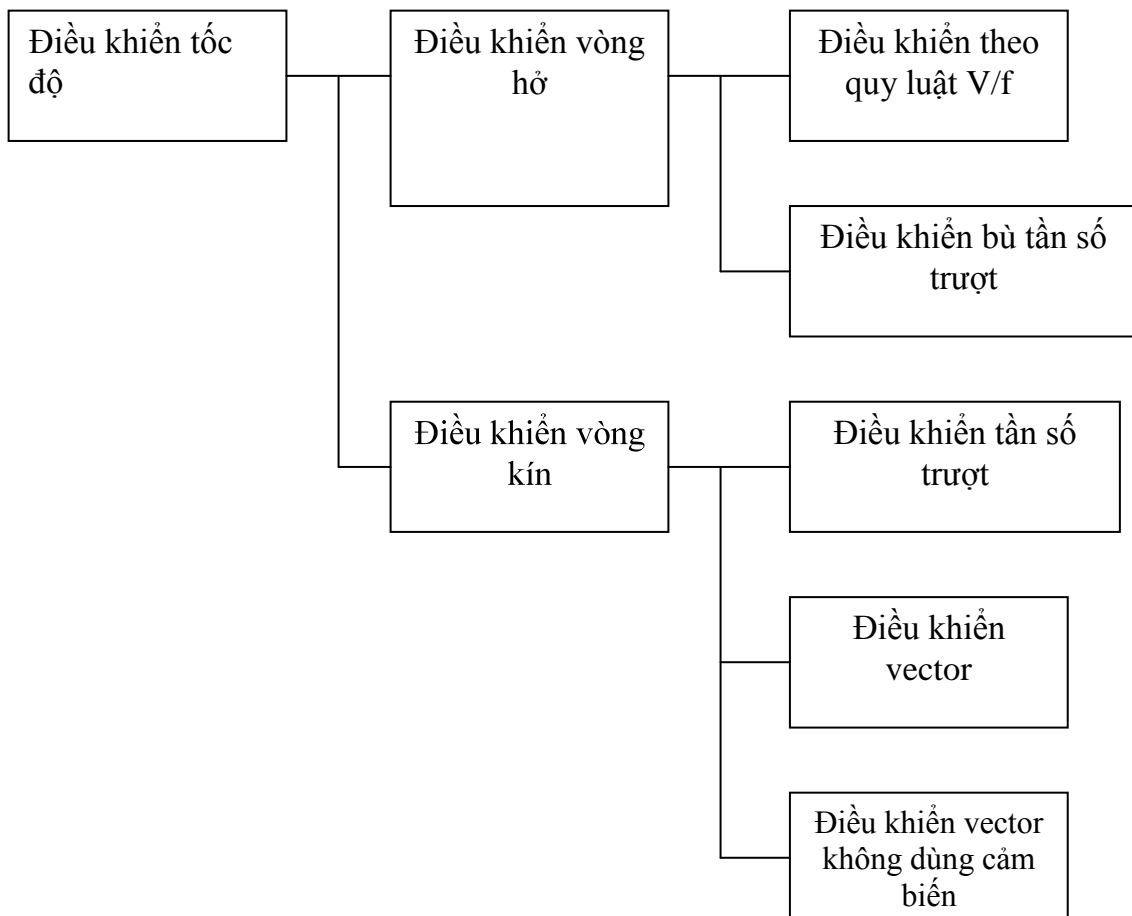


có bộ biến tần sử dụng các thiết bị bán dẫn là thích hợp nhất trong trường hợp này.

## 2.4 BIẾN TẦN HÃNG FUJI NHẬT BẢN VỚI ỨNG DỤNG TRÊN CÀN TRỤC RTG VÀ QC

### 2.4.1. Biến tần hãng FUJI Nhật Bản và các kiểu điều chỉnh tốc độ

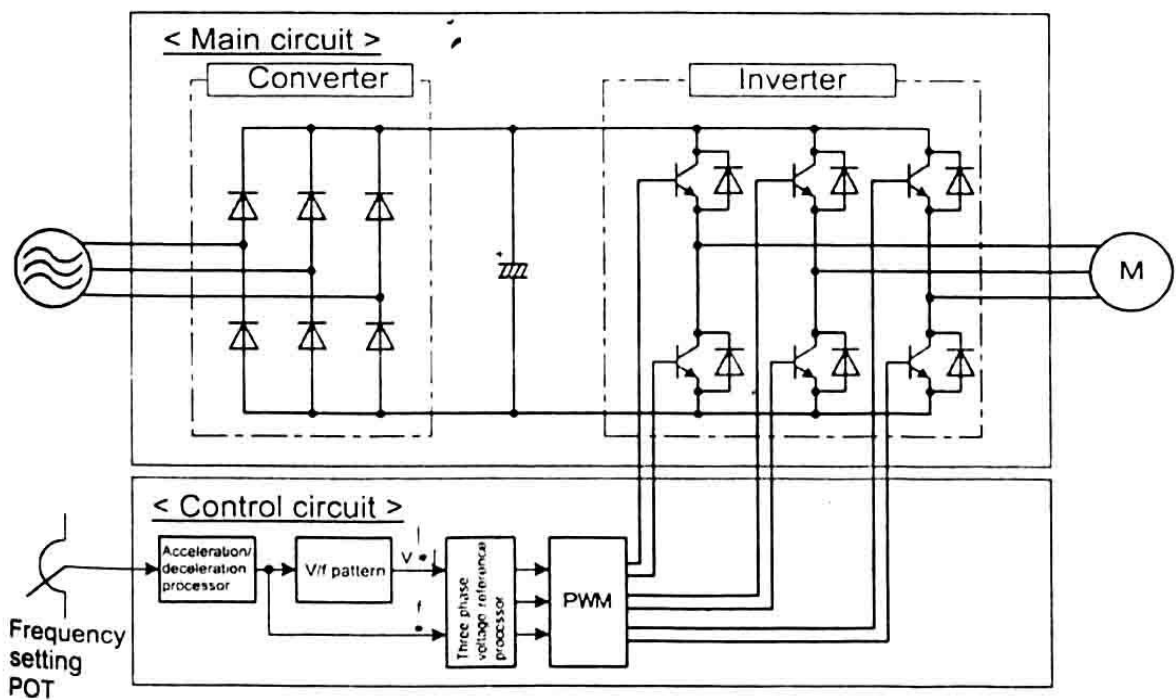
Biến tần là thiết bị rất quan trọng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong các thiết bị nâng hạ. Ở biến tần gián tiếp gồm 2 bộ phận chính : phần chỉnh lưu (conveter) và phần nghịch lưu (inveter). Phần chỉnh lưu nhằm tạo ra điện áp 1 chiều tương đối phẳng, Phần nghịch lưu là phần tạo ra những yêu cầu mong muốn về điện áp, tần số dòng điện với mục đích điều khiển tốc độ momen động cơ. Biến tần sử dụng trên RTG và QC là loại FRN37 VG7S-4, FRN75 VG7S-4, FRN90 VG7S-4, FRN355 VG7S-4 thuộc hãng FUJI..Các biến tần trên đều thuộc họ PRENIC 5000VGS series, với dải công suất từ 0,75KW đến 400kW. Các biến tần được kết nối với máy tính qua chuẩn RS485 với tốc độ 38,4kbps. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ của PRENIC 5000VGS series:



**Hình 2.6.** Các kiểu điều chỉnh tốc độ

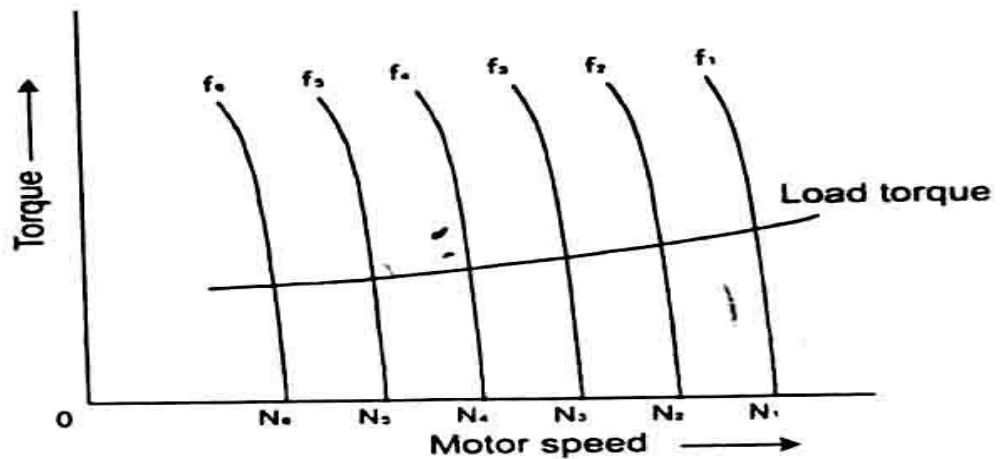
Điều khiển tốc độ động cơ được chia 2 loại: điều khiển vòng kín (close loop control), điều khiển vòng hở (open loop control). Ở điều khiển vòng hở dựa trên luật điều khiển V/F hoặc điều khiển bù trượt (slip compensation). Điều khiển vòng kín là điều khiển có sự phản hồi của các tín hiệu điều khiển như dòng điện, tốc độ, từ thông..Trong đó họ chia ra điều khiển trượt theo tần số (slip-frequency control), Điều khiển vector( vector control) điều khiển vector nhiều tín hiệu phản hồi (sensorless vector control). Các mô hình điều khiển:

+ Kiểu điều khiển hở :



**Hình 2.7.** Phương pháp điều khiển hệ thống v/f vòng hở

Biến tần loại điều khiển vòng hở này với luật điều khiển v/f ,tín hiệu vào là tín hiệu đặt của tần số. Dựa vào thông số này bộ vi xử lý sẽ tính toán điện áp ra phù hợp với tần số đặt. Đặc tính tốc độ mômen thay đổi theo tải:

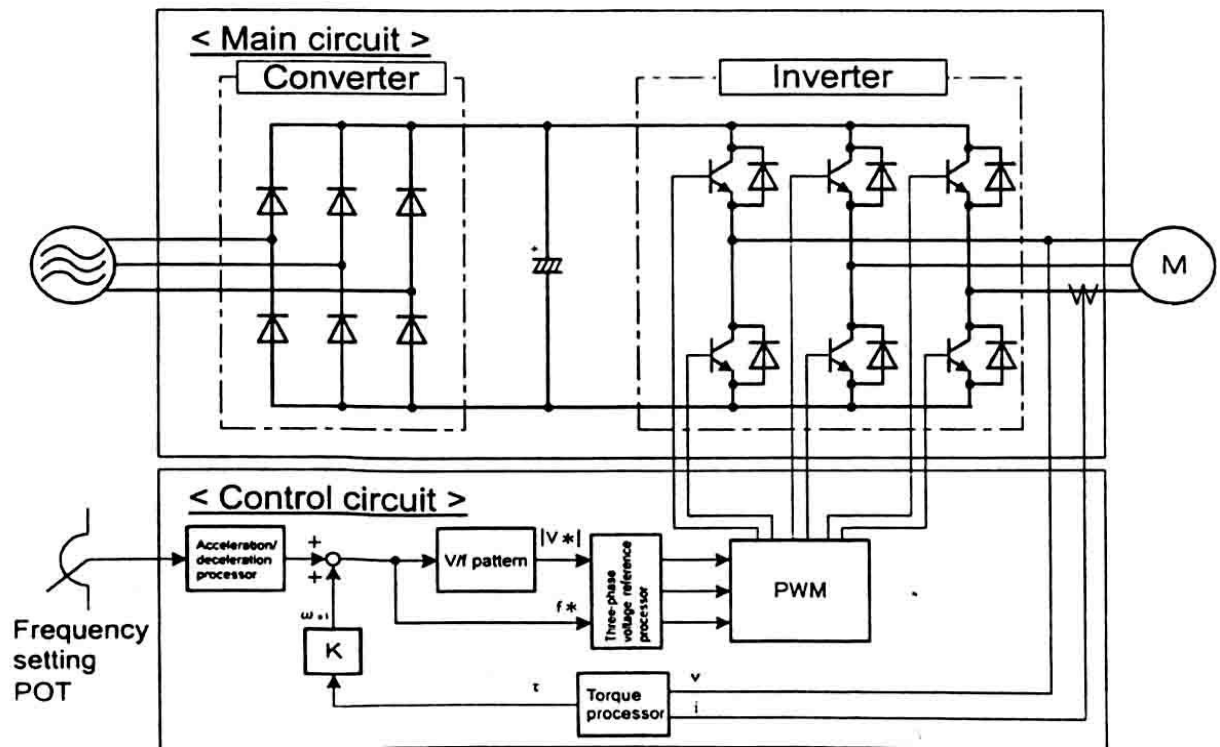


**Hình 2.8.** Đặc tính tốc độ và momen

Hình 2.8 biểu diễn  $n = f(M)$ . Tốc độ của động cơ gần như không đổi mặc dù moment trên trục động cơ thay đổi trên mỗi miền tần số từ  $f_1$  đến  $f_6$ . Tức là điện áp và tần số cấp cho động cơ, tốc độ động cơ giữ gần như không đổi khi moment tải thay đổi. Hệ số trượt  $< 10\%$  khi moment cản thay đổi trong dải cho phép. Nói cách khác điều khiển tốc độ động cơ bằng việc thay đổi tần số ra của biến tần và điện áp cấp vào động cơ chính là sử dụng quy luật  $V/f$ .

Điều khiển mạch hở không cần sử dụng cảm biến tốc độ là phương pháp điều khiển đơn giản nhất phù hợp với các tải không cần tác động nhanh, không đòi hỏi phản ứng gấp như quạt gió và bơm. Độ chính xác của tốc độ động cơ khi sử dụng điều khiển mạch hở phụ thuộc vào mức độ thay đổi moment cản trên trục, tần số cấp là điện áp đầu ra của biến tần.

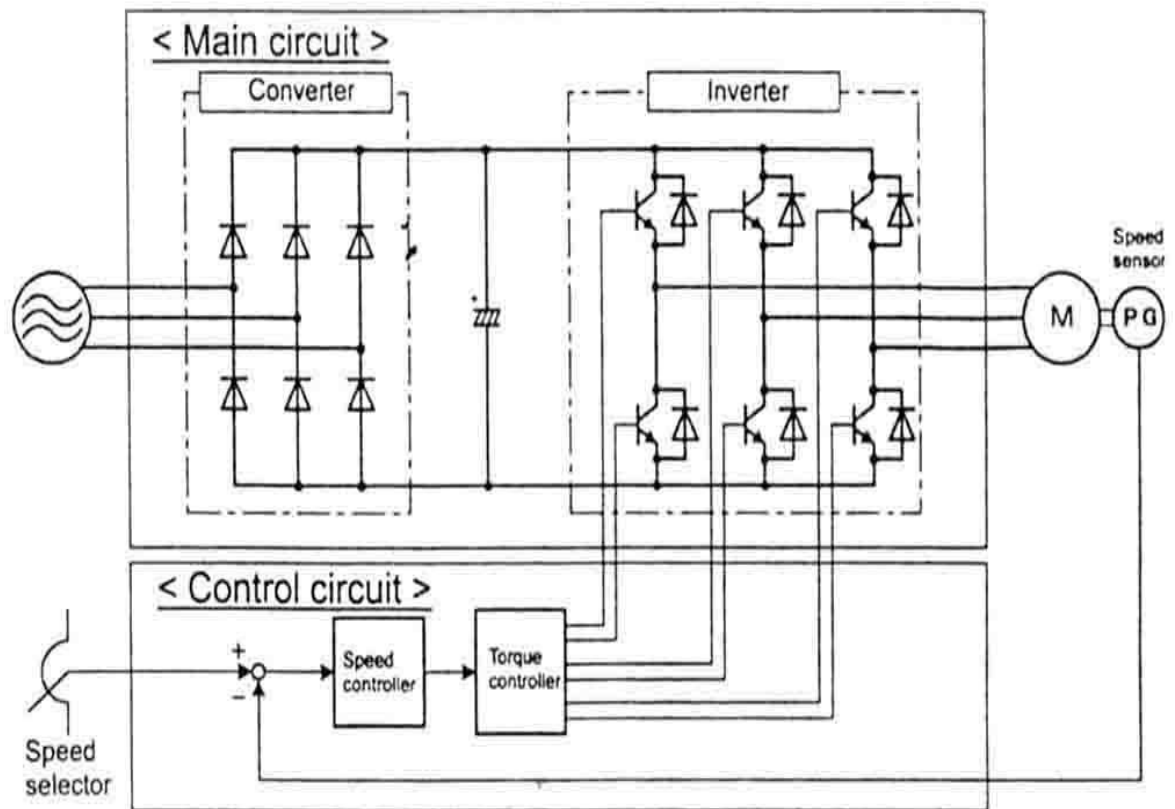
Một dạng điều chỉnh kiểu khác của phương pháp điều chỉnh kiểu vòng hở:



**Hình 2.9.** Phương pháp điều chỉnh tốc độ bù trượt kiểu vòng hở

Ở phương pháp này do momen tỉ lệ với dòng điện đầu ra người ta lấy trực tiếp tín hiệu dòng ra của inverter điều khiển trực tiếp nó, qua bộ vi xử lý mô men qua bộ điều chỉnh K chuyển tín hiệu về tín hiệu tần số. So sánh với tín hiệu đặt tần số để thực hiện luật v/f. Các phương pháp điều khiển theo kiểu vòng hở tương đối là đơn giản tuy nhiên đây được coi là phương pháp điều khiển thô. Để khắc phục các nhược điểm trên người ta có các kiểu điều khiển hệ kín.

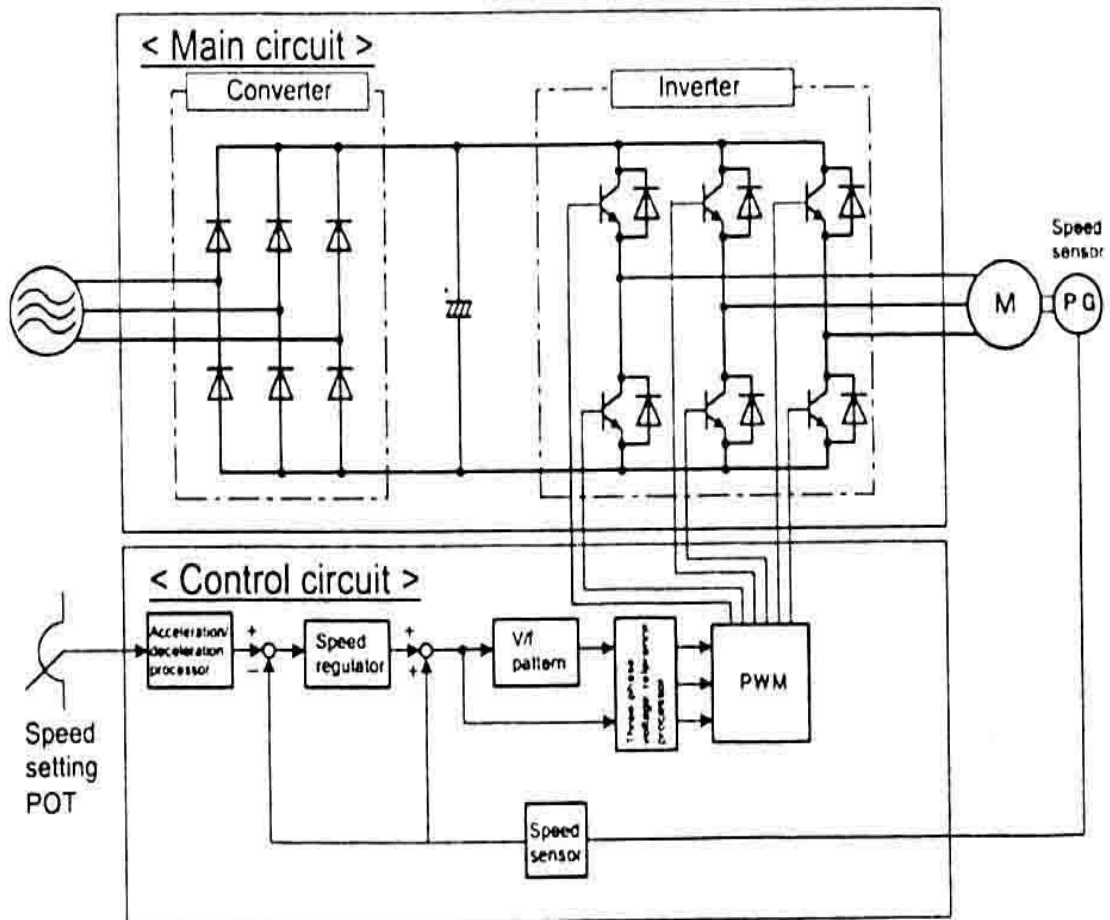
+ Các kiểu điều khiển kiểu vòng kín:



**Hình 2.10.** Mô hình điều khiển tốc độ kiểu vòng kín có phản hồi tốc độ

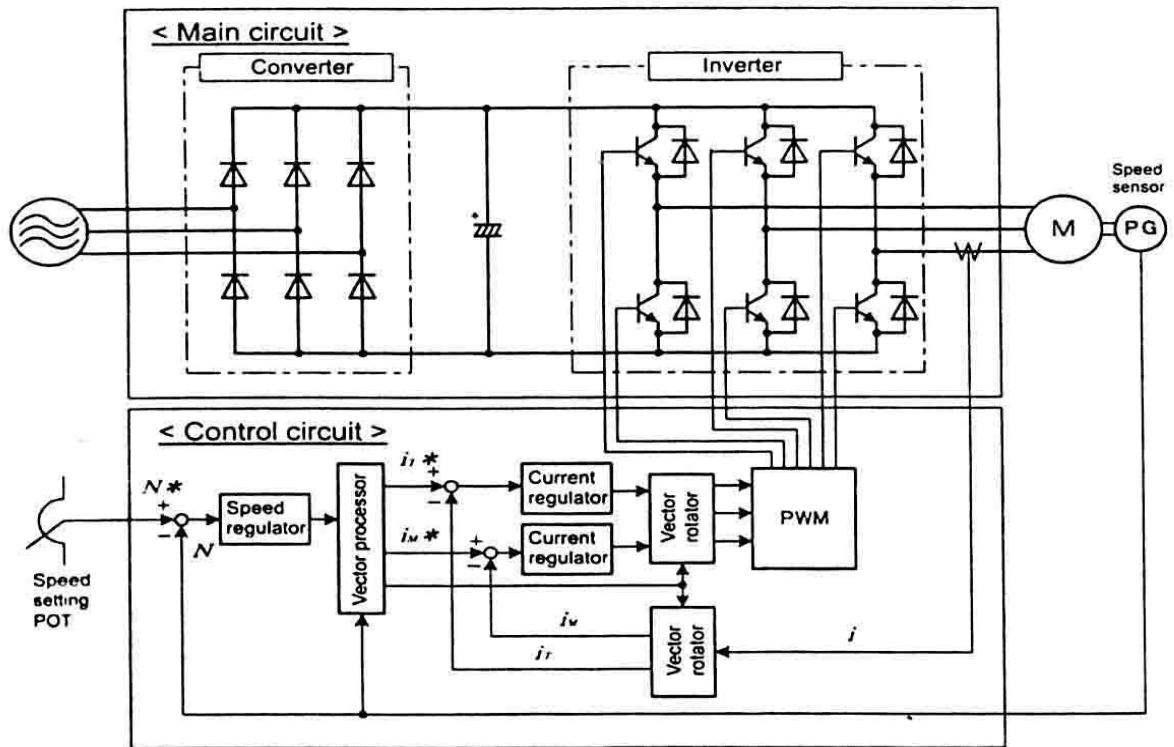
Ở hình 2.10 mạch điều khiển (control circuit) tín hiệu đặt là tốc độ tín hiệu phản hồi cũng là tốc độ qua máy phát xung PG (pulse generation), đến bộ điều khiển tốc độ (speed controller), tần số (torque controller) đưa ra điều khiển các IGBT.

Và đây là kiểu điều khiển trượt theo tần số (slip-frequency control system):



**Hình 2.11.** Mô hình điều khiển slip-frequency control system

Việc điều khiển tốc độ ở đầu ra đúng với tần số trượt của tải và bù sự thay đổi tốc độ bằng việc cộng thêm một tín hiệu tốc độ được lấy từ đầu ra. Hệ thống điều khiển này là điều khiển đơn và vì thế nó được dùng cho các hệ thống với mục đích điều khiển thông thường, giống như phương pháp điều khiển V/f vì thế nó không đáp ứng tốt ở các hệ thống đòi hỏi tác động nhanh. Với tín hiệu đặt là tốc độ, luật điều khiển V/f có tốc độ phản hồi lấy tín hiệu số mã hóa từ máy phát xung, kiểu này được sử dụng trong mô hình cần trục.



**Hình 2.12.** Hệ thống điều khiển vector

Trên hình 2.12 đây là hệ thống điều khiển tương đối hoàn thiện về điều khiển tốc độ động cơ, chúng ta sẽ đi sâu vào vấn đề này ở những phần sau.

#### **2.4.2. Cấu trúc của biến tần sử dụng trên RTG**

Biến tần sử dụng trên RTG gồm 2 loại biến tần FRN75 VG7S-4 và FRN37 VG7S-4 của hãng FUJI thuộc họ FENIC 5000 VG7S.

**Bảng 2.1 : Các thông số chính của biến tần trên RTG:**

<b>Biến tần RTG</b>	<b>Số lượng</b>	<b>Thông số chính</b>	<b>Chức năng</b>	<b>Bảo vệ</b>
FRN37 VG7S-4	2	-Công suất 37KW 3PH 380-440V/50HZ hoặc 3 80-440V/60HZ. 4 cửa vào số, 16 cấp tốc độ điều khiển 2 ngõ vào analog 4- 20mA, 0- 10V, 2 cửa ra Relay, 4 cửa ra transistor, 3 ngõ ra analog Tần số ngõ ra điều chỉnh được từ 0-200 Hz, 400Hz Phương pháp điều khiển v/f Điều khiển PID	Điều khiển 2 động cơ di chuyển xe con công suất 15 kw	Bảo vệ quá dòng, quá áp, mất pha vào, mất pha ra, quá nhiệt, quá tải
FRN75 VG7S-4	2	Công suất 75 KW 3PH 380-440V/50HZ hoặc 3 80-440V/60HZ. Tần số cửa ra điều chỉnh được từ 0-200Hz, 400Hz Phương pháp điều khiển v/f Điều khiển PID	Điều khiển tốc độ động cơ nâng hạ 150 kw và 2 động cơ di chuyển dàn 45 kw	Bảo vệ quá dòng, quá áp, mất pha vào, mất pha ra, quá nhiệt, quá tải



### 2.4.3. Cấu trúc của biến tần sử dụng trên QC

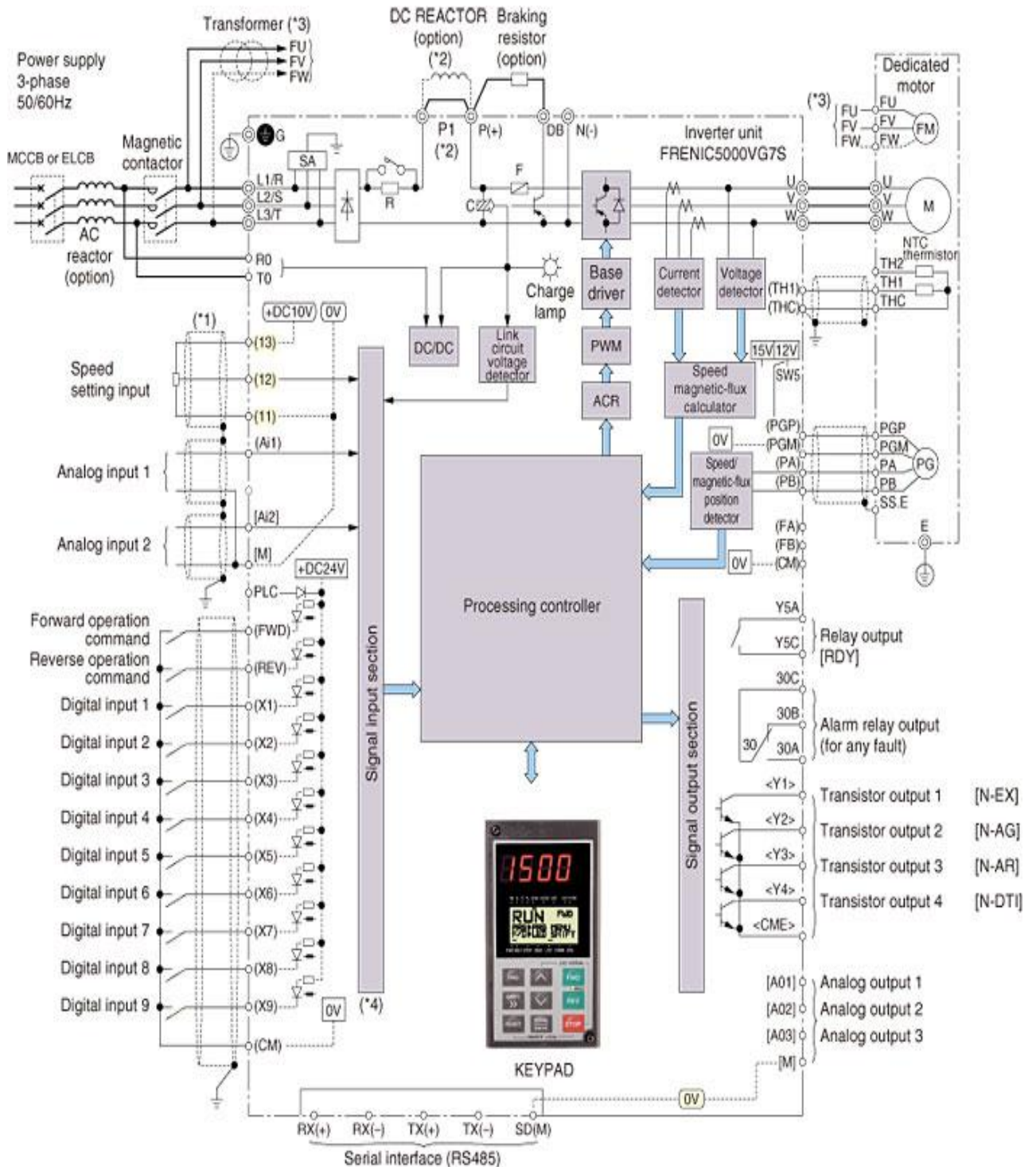
Biến tần sử dụng trên QC là FRN90 VG7S-4 và FRN355 VG7S-4 của hãng FUJI thuộc họ FENIC 5000 VG7S.

**Bảng 2.2: Các thông số chính của biến tần trên QC:**

Biến tần sử dụng trên QC				
FRN90 VG7S-4	1	Công suất 90 KW 3PH 380-440V/50HZ hoặc 380-440V/60HZ. Tần số ngõ ra điều chỉnh được từ 0- 200 Hz, 400Hz Phương pháp điều khiển v/f Điều khiển PID	Điều khiển 1 động cơ nâng hạ Boom 55kW và 1 động cơ di chuyển xe con 75 kw	Bảo vệ quá dòng, quá áp, mất pha vào, mất pha ra, quá nhiệt, quá tải
FRN355 VG7S-4	1	Công suất 355 KW 3PH 380-440V/50HZ hoặc 380-440V/60HZ. Tần số ngõ ra điều chỉnh được từ 0- 200 Hz, 400Hz Phương pháp điều khiển v/f Điều khiển PID	Điều khiển tốc độ của 12 động cơ xoay chiều 3 pha 7,5KW để di chuyển dàn và 1 động cơ	Bảo vệ quá dòng, quá áp, mất pha vào, mất pha ra, quá nhiệt, quá tải

### 2.4.4. Tính năng và đặc tính của biến tần FRENIC 5000VG7S

Biến tần có các thành phần chính là bộ chỉnh lưu, Bộ lọc, Và bộ nghịch lưu, Bộ tạo xung điều khiển. Bộ chỉnh lưu và nghịch lưu gồm có 12 IGBT.



Hình 2.13 : Cấu tạo biến tần họ FRENIC

+ Chức năng các cọc nguồn chính và nối đất

**Bảng 2.3 : Cọc đầu dây chính biến tần**

<b>Kí hiệu cọc đầu</b>	<b>Tên cọc đầu</b>	<b>mô tả</b>
<b>L1/R, L2/S, L3/T</b>	Cọc cấp nguồn chính	Kết nối 3 pha với nguồn
<b>U, V, W</b>	Đầu ra Inverter	Nối với động cơ
<b>R0,T0</b>	Cọc nối nguồn điều khiển(phụ)	Cùng kết nối với nguồn AC và nguồn dự trữ cho mạch điều khiển
<b>P1, P(+)</b>	Cọc đầu nối cuộn kháng điện	Nối với cuộn kháng điện
<b>P(+), DB</b>	Điện trở hãm	Trả năng lượng khi hãm
<b>P(+), N(-)</b>	Cọc nối tín hiệu	Cung ứng nguồn điện 1 chiều
<b>G</b>	Đầu nối đất	Nối đất toàn bộ khung biến tần

+ Chức năng của các cọc điều khiển

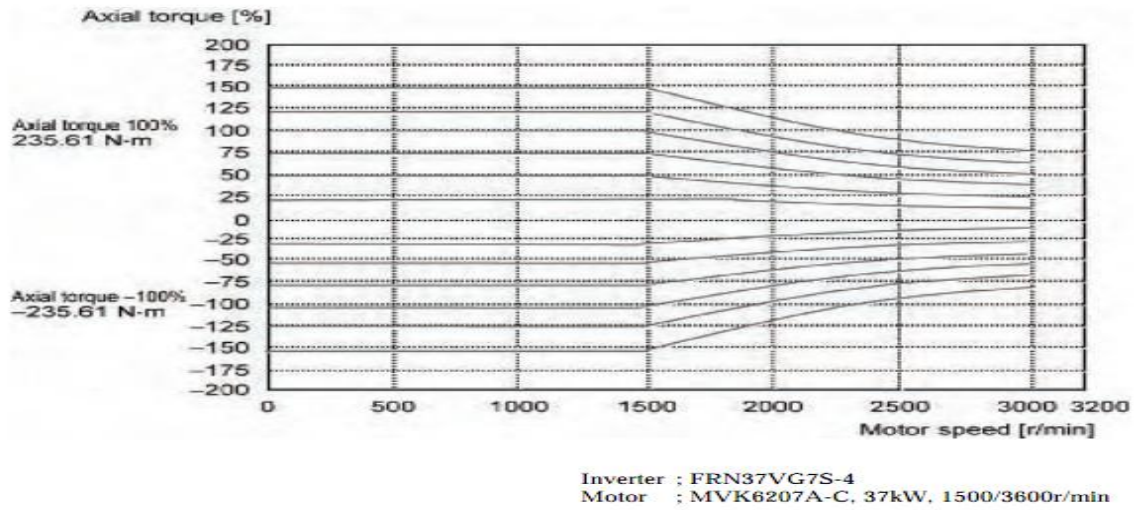
**Bảng 2.4 : Các cọc điều khiển biến tần**

<b>Ký hiệu cọc</b>	<b>Tên cọc</b>	<b>Chức năng</b>
13	Cấp nguồn cho triết áp	Cấp nguồn 10V một chiều để đạt tốc độ POT ( 1-5kΩ)
12	Điện áp vào	Điều khiển tốc độ động cơ theo lệnh điện áp vào tương tự từ bên ngoài
11	Khối chung đầu vào	Một đầu nối chung cho các tín hiệu tương tự đầu vào
Ai1	Đầu vào tương tự 1	FWD-CM: ON .. Động cơ chạy theo chiều tiến
Ai2	Đầu vào tương tự 2	
M	Khối chung đầu vào tương tự	Điện trở đầu vào: 10kΩ
FWD	FWD-CM: ON .. Động cơ chạy theo chiều tiến	FWD-CM: ON .. động cơ chạy theo chiều tiến
REV	Lệnh hoạt động đảo chiều	REV-CM: ON .. Động cơ chạy ngược REV-CM: OFF .. Động cơ giảm tốc độ và dừng lại
X1	Đầu vào	
X2	Đầu vào	Các chức năng như mệnh

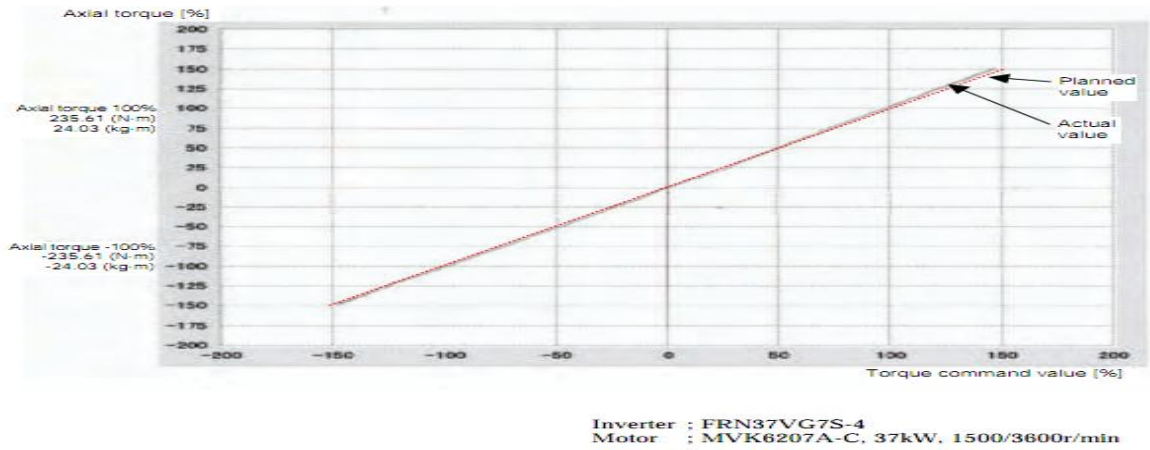
		<p>lệnh dừng máy bên ngoài, tín hiệu báo động ở ngoài, đặt lại tín hiệu báo động và điều khiển nhiều tốc độ có thể bật hoặc tắt bằng các đầu nối X1 đến X9</p> <p>Tính năng kỹ thuật của mạch vào kỹ thuật số</p>
X3	Đầu vào	
X4	Đầu vào	
X5	Đầu vào	
X6	Đầu vào	
X7	Đầu vào	
X8	Đầu vào	
X9	Đầu vào	
PLC	Cấp nguồn tín hiệu PLC	
Cm	Khối chung đầu vào số	Đầu nối chung dùng cho tín hiệu vào kỹ thuật số
A01, A02 A03 M	Đầu ra tương tự Khối chung đầu ra	Màn hình đưa tín hiệu ra ở điện áp DC
Y1,Y2 Y3, Y4	Đầu ra tranzitor	Tín hiệu đầu ra như sự vận hành, tốc độ tương đương, đề phòng sớm quá tải
CME	Khối chung tranzitor	

30A 30B 30C	Đầu ra rơle báo động	Đầu ra của tín hiệu báo động như rơle nối đầu ra (1SPDT) khi bộ biến tần dừng do báo động Điện áp nối: 250V AC, 0.3A, $\cos\Psi = 0,3$
Y5A Y5C	Rơle đầu ra	Có thể chọn 1 tín hiệu Điện áp nối: 250V AC, 0.361 A
RX(+) RX(-) TX(+) TX(-)	RS485 thông tin đầu vào/ đầu ra	Đầu vào / đầu ra cho sự thông tin RS485
SDM	Cáp nối che chắn sự thông tin	Nối với dây kim loại bảo vệ
PA,PB		
CM	Khôi chung đầu ra máy phát xung	Một đầu nối chung cho FA , FB
PGP	Đầu ra máy phát xung	
PGM	Đầu ra máy phát xung	Nguồn cấp ( +15V DC chuyển mạch tới +12V DC) đến PG

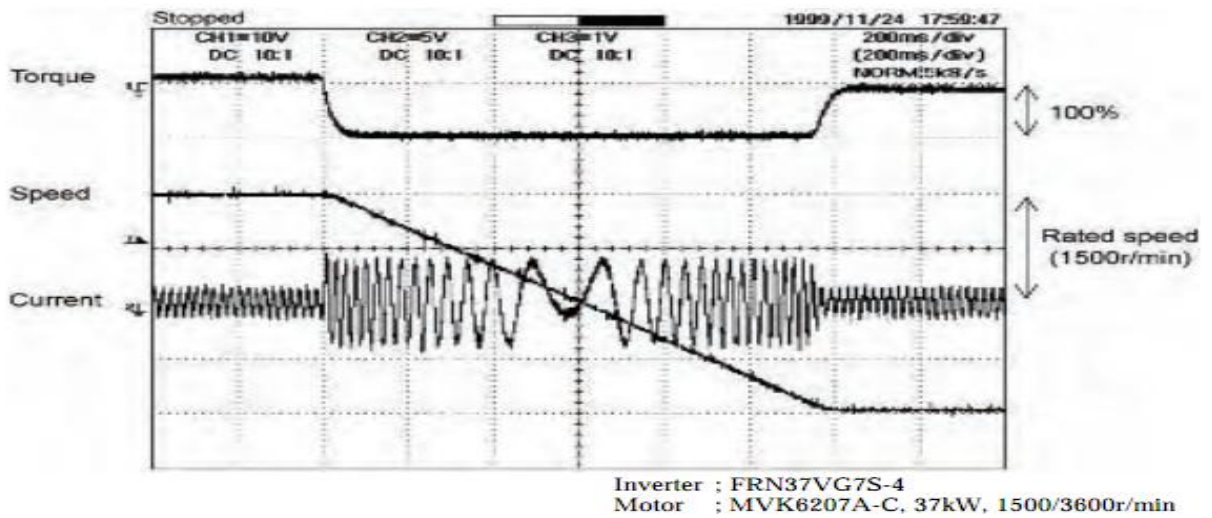
+ Đặc tính của biến tần FRENIC 5000VG7S :



**Hình 2.14** : Đặc tính thay đổi momen và tốc độ động cơ

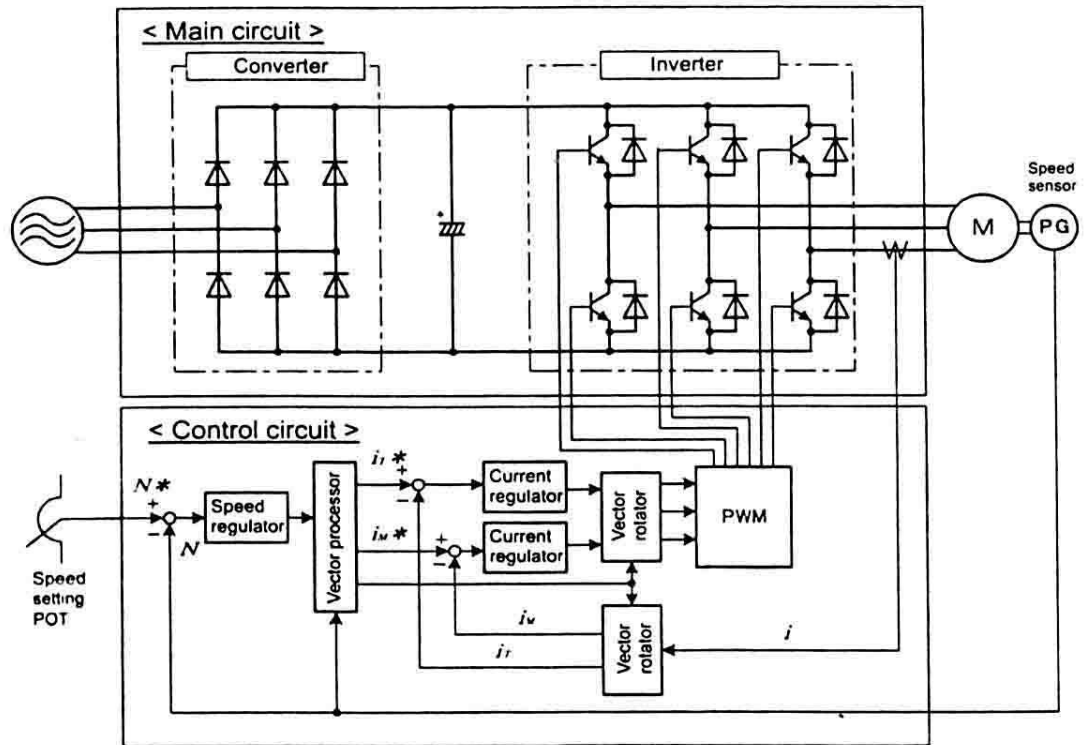


**Hình 2.15** : Đặc tuyến so sánh tín hiệu đặt và tín hiệu tải



**Hình 2.16**: Đặc tính biểu diễn các đại lượng dòng điện, tốc độ khi đảo chiều

## 2.4.5. Biến tần FRENIC 5000VG7S với điều khiển bằng vecto



**Hình 2.17.** Hệ thống điều khiển vecto

Trên hình 2.17 đây là hệ thống điều khiển tương đối hoàn thiện về điều khiển tốc độ động cơ. Các tín hiệu được đưa về hệ vi xử lý tính toán, biến đổi để cuối cùng đưa được tín hiệu xung đóng mở các van dẫn hợp lý phù hợp với tải yêu cầu.

Hệ điều khiển vecto đảm bảo phản ứng nhanh từ động cơ xoay chiều. Hệ thống điều khiển này sử dụng tín hiệu đo được từ dòng stator động cơ thông qua bộ quay vector chia ra 2 thành phần :

- Thành phần tạo từ thông và  $I_m$
- Thành phần tạo ra moment  $I_t$

Cung cấp cho đối tượng thực hiện, điều này hoàn toàn giống như việc điều khiển động cơ một chiều.



So sánh với hệ thống điều khiển theo phương pháp V/f thì hệ thống điều khiển theo vector có đặc điểm là hoàn toàn tiện lợi cho việc điều khiển các đối tượng đòi hỏi phản ứng nhanh và có độ chính xác cao.

- + Quy trình tăng giảm nhanh
- + Dải tốc độ động cơ rộng
- + Hoàn toàn điều khiển được moment
- + Phản ứng điều khiển nhanh

Từ sơ đồ hệ thống hình 2.17, các thông số của động cơ được đưa đến bộ vector processor vì thế hệ thống hoạt động phụ thuộc vào độ chính xác của việc đo đạc chính xác của các thông số này. Hệ thống này chỉ áp dụng cho những nơi nào đòi hỏi hệ điều khiển riêng biệt cho động cơ phù hợp với biến tần.

## CHƯƠNG 3.

# MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN CẤP CHO ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA (DỰA TRÊN CƠ SỞ NGUYÊN LÝ CỦA BỘ BIẾN TẦN FREN5000VG7S)

### 3.1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong điều khiển biến tần có các phương pháp được đặt ra đó là :

+ Phương pháp điều khiển U/f ( điều khiển vô hướng). Đây là phương pháp điều khiển đơn giản khi thay đổi tần số kéo theo sự thay đổi tốc độ. Nhưng khi thay đổi tần số kéo theo thay đổi từ thông mà từ thông của động cơ lại tỉ lệ với tỉ số U/F vậy khi thay đổi tần số kéo theo phải thay đổi điện áp

-Ưu điểm : + Đơn giản

+ Độ tin cậy cao

+ Đạt được các yêu cầu đơn giản.

-Nhược điểm : Do trên động cơ xoay chiều 3 pha có các đại lượng phi tuyến tỉ số  $\frac{U}{f^\alpha} = const$  quá trình điều khiển không được tốt.

+ Điều khiển tựa từ thông rô to (FOC)

Phương pháp này còn gọi là điều khiển vector bởi những đại lượng điều khiển, trạng thái, đại lượng cần quan sát đều biểu diễn dưới dạng vector. Tư tưởng của FOC là: Điều khiển động cơ xoay chiều 3 pha giống động cơ một chiều.

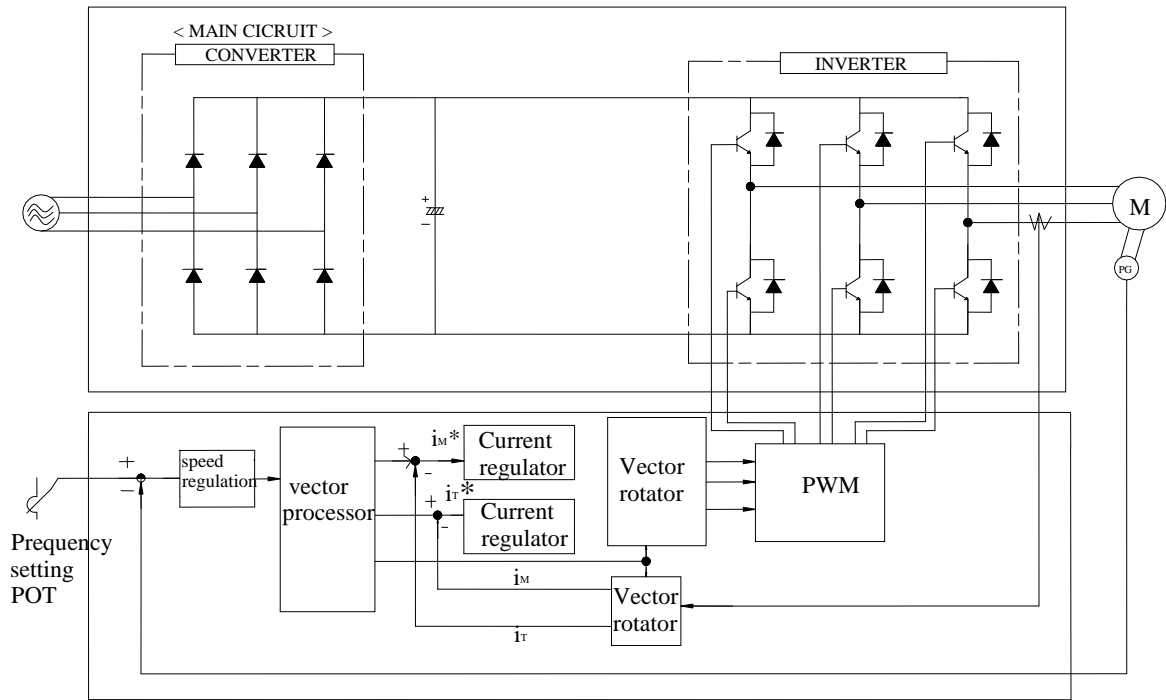
-Ưu điểm, nhược điểm : Khắc phục được nhược điểm của phương pháp trên nhưng kĩ thuật thực hiện khó ,khá phức tạp.

+ Phương pháp điều khiển trực tiếp giá trị mômen - DTC (DTC là điều khiển vô hướng hay điều khiển vector thực ra là tùy quan điểm.)

Do yêu cầu công nghệ một số thiết bị điện nhà sản xuất không trình bày một cách tỉ mỉ về hoạt động cũng như phần mềm lập trình, ngôn ngữ lập trình ... Nhưng dựa vào cấu tạo bên ngoài, nguyên lí hoạt động và các chi tiết sử dụng

trên các thiết bị điện ta có thể phán đoán cũng như dần tìm hiểu sâu được vào hệ thống.

Dựa vào cấu tạo biến tần ta nhận định thấy tín hiệu phản hồi về gồm tín hiệu đưa đến từ encoder(PG) ,và tín hiệu dòng(curent detector) từ ba dây của đầu vào động cơ đưa đến bộ vi xử lý.Đây chính là các tín hiệu điều khiển của bộ điều khiển vector trên nguyên tắc từ thông như hình :



**Hình 3.1.** Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động điện dùng trên QC,RTG

Từ đây ta có thể đi xây dựng các mô hình toán học cũng như cách điều khiển của các loại biến tần này.

### 3.2 THIẾT LẬP MÔ HÌNH TOÁN HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN

#### 3.2.1. Động cơ không đồng bộ trên các hệ tọa độ

Trước khi thực hiện xây dựng hệ thống truyền động điện biến tần ta khẳng định lại việc xây dựng dưới đây là việc xây dựng mô hình điều khiển theo nguyên tắc tựa từ trường.

+ Trước hết nói lại việc điều chỉnh tốc độ của động cơ một chiều .Nói đơn giản khi điều chỉnh tốc độ,momen của động cơ một chiều ta cần quan tâm đến hai thành phần chính :

- Thứ nhất là dòng kích từ, $I_{kt}$ ( hay từ trường tạo ra)
- Thứ hai là dòng điện phản ứng  $I_r$

Như vậy muốn điều chỉnh tốc độ ta chỉ việc thay đổi mômen việc thay đổi momen cũng như việc thay đổi dòng phản ứng. Còn khi muốn cho tốc độ lớn hơn tốc độ không tải, tốc độ đặt thì ta thay đổi từ thông hay là dòng kích thích.Vậy việc điều khiển động cơ một chiều là dễ dàng các kí hiệu chính ;

Các chỉ số ;

- Chỉ số phía bên phải

s : Biểu diễn hệ tọa độ anpha- beta

f : biểu diễn hệ tọa độ dq

r : giá trị quan sát trên hệ tọa độ roto

\* : Giá trị đặt

- Chỉ số phía bên phải phía dưới .

Chữ cái đầu tiên :

s : trên hệ stator

r : trên hệ roto

Chữ cái thứ 2 :

D,q :trên tọa độ dq

$\alpha,\beta$  : trên hệ cố định anpha beta

u,v,w các pha stator

- Các đại lượng của động cơ không đồng bộ

u : điện áp (V)

i: dòng điện(A)

$\Psi$  ; Từ thông (Wb)

$T_e$  : mô men điện từ(Nm)

$T_L$  :momen tải (Nm)

$\omega$ : tốc độ góc roto(rad/s)

$\omega_r$ :tốc độ góc roto (rad/s)

$\omega_s$ :tốc độ góc từ thông stator (rad/s)

$\omega_{sl}$ :tốc độ góc sai lệch (rad/s)

$\theta$  :góc tạo bởi trục anpha beta với pha a(rad)

$\theta_s$  :góc tạo bởi trục dq với pha a(rad)

$\varphi$ : pha của điện áp dòng điện

$R_s$ : điện trở stator ( $\Omega$ )

$R_r$ : điện trở roto quy đổi về stator ( $\Omega$ )

$L_m$  : Hở cảm stato và roto (H)

$L_{\sigma s}$  : Diện kháng tản stato (H)

$L_{\sigma r}$  : Diện kháng tản roto (H)

$P$  : số đôi cực của động cơ

$J$  :mô men quán tính ( $\text{kg.m}^2$ )

$$L_s=L_m+L_{\sigma s} \quad (3.1)$$

$$L_r=L_m+L_{\sigma r} \quad (3.2)$$

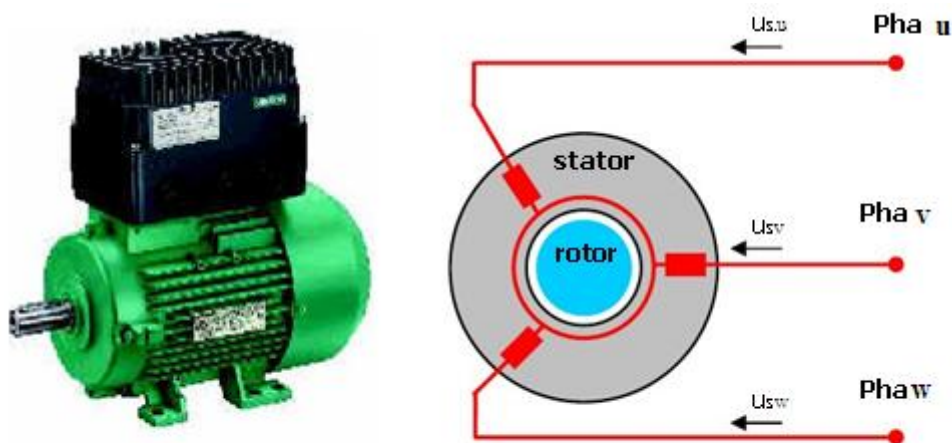
$$T_s = \frac{L_s}{R_s} \quad ; \quad (3.3)$$

$$T_r = \frac{L_r}{R_r} \quad ; \quad (3.4)$$

$$\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_r \cdot L_s} \quad ; \text{Hệ số tiêu tán} \quad (3.5)$$

+ Như ta biết động cơ xoay chiều ba pha ba cuộn dây thì điện áp, hay dòng điện là những đại lượng phi tuyến chúng lệch pha nhau tuần tự một góc  $120^\circ$  tương tự theo nó là từ thông móc vòng cũng là các đại lượng thay đổi theo

thời gian. Từ đây ta làm quen với việc vec tơ không gian của các đại lượng ba pha.



**Hình 3.2.** Động cơ không đồng bộ roto lồng sóc

-Các phương trình cơ bản ;

+ Phương trình điện áp :

$$\begin{cases} u_{su} = R_u \cdot i_u + \frac{d\psi_u}{dt} \end{cases} \quad (3.6)$$

$$\begin{cases} u_{sv} = R_v \cdot i_v + \frac{d\psi_v}{dt} \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} u_{sw} = R_w \cdot i_w + \frac{d\psi_w}{dt} \end{cases} \quad (3.8)$$

Trong đó:  $u_{su}(t) + u_{sv}(t) + u_{sw}(t) = 0$  (3.9)

Phương trình từ thông :

$$\begin{cases} \vec{\psi}_s = L_s \vec{i}_s + L_m \vec{i}_r \end{cases} \quad (3.10)$$

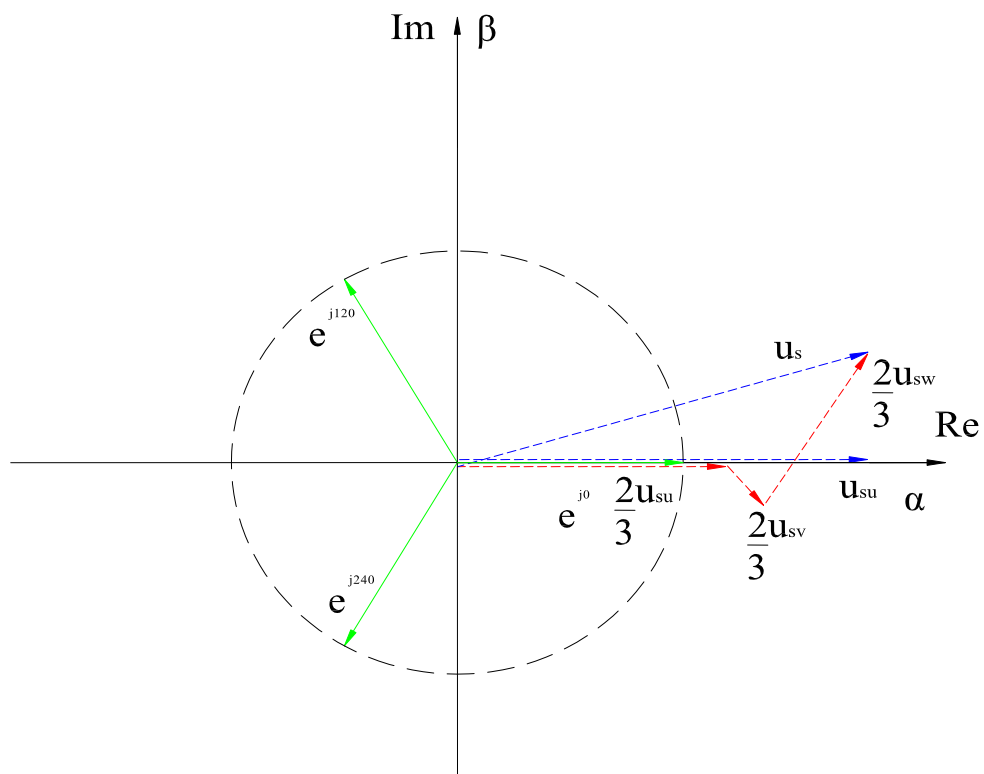
$$\begin{cases} \vec{\psi}_r = L_m \vec{i}_s + L_r \vec{i}_r \end{cases} \quad (3.11)$$

Phương trình momen :

$$\begin{cases} m_M = \frac{3}{2} p_c \cdot (\overline{\psi}_s \times \overline{i}_s) & (3.12) \\ m_M = \frac{3}{2} p_c \cdot (\overline{\psi}_r \times \overline{i}_r) & (3.13) \end{cases}$$

$$m_M = m_T + \frac{J}{p_c} \frac{d\omega}{dt} \quad (3.14)$$

Trên hệ tọa độ anpha –beta



**Hình 3.3.** Biểu diễn vector  $u_s$  thay thế  $uu, uv, uw$

Như vậy người ta thay thế ba vecto  $u_{su}(t)$ ,  $u_{sv}(t)$ ,  $u_{sw}(t)$  bằng vecto quay

$$\overrightarrow{u_s}(t), \text{ với } u_s; \quad \overrightarrow{u_s}(t) = \frac{2}{3} [u_{su}(t) + u_{sv}(t)e^{j120} + u_{sw}(t)e^{j240}] \quad (3.15)$$

Vector  $u_s(t)$  quay với tốc độ quay của từ trường quay  $\omega_s = 2\pi f_s$ , với :

$\omega_s$ ; là tốc độ góc của từ trường stator.

$f_s$ ; tần số của từ trường stator.

Như vậy các vector  $u_{su}(t)$ ,  $u_{sv}(t)$ ,  $u_{sw}(t)$  sẽ lần lượt là hình chiếu của vector  $u_s$  trên các tọa độ ứng với các pha tương ứng. Tương tự với các đại lượng dòng điện từ thông stator hay từ thông roto.

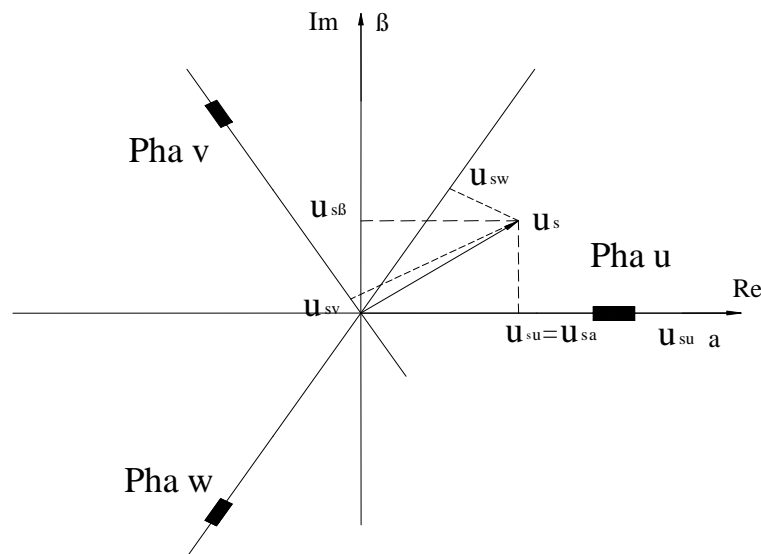
Bây giờ ta nhìn vector  $u_s(t)$  trên hệ alpha-beta. Hệ tọa độ  $\alpha\beta$  là một hệ tọa độ cố định có trục  $\alpha$  trùng với cuộn dây pha a. Trục  $\beta$  tạo với  $\alpha$  một góc  $90^\circ$ .

$$\vec{u}_s = u_{s\alpha} + j u_{s\beta} \quad (3.16)$$

Tương tự với các thành phần khác ;

$$\vec{i}_s = i_{s\alpha} + j i_{s\beta} \quad (3.17)$$

$$\vec{\Psi}_s = \Psi_{s\alpha} + j \Psi_{s\beta} \quad (3.18)$$



**Hình 3.4.** Biểu diễn vector  $u_s$  trên tọa độ anpha-beta



Để dàng nhìn thấy :

$$u_{su} = u_{s\alpha} \quad (3.19)$$

$$u_{s\beta} = \frac{1}{\sqrt{3(u_{su} + 2 \cdot u_{sv})}} \quad (3.20)$$

Với ;

$$\begin{cases} \vec{u}_s^s = R_s \vec{i}_s^s + \frac{d\vec{\psi}_s^s}{dt} \end{cases} \quad (3.21)$$

$$\quad (3.22)$$

$$\begin{cases} 0 = R_r \vec{i}_r^s + \frac{d\vec{\psi}_r^s}{dt} - j\omega \vec{\psi}_r^s \end{cases} \quad (3.23)$$

$$\begin{cases} \vec{\psi}_s^s = L_s \vec{i}_s^s + L_m \vec{i}_r^s \end{cases} \quad (3.24)$$

$$\begin{cases} \vec{\psi}_r^s = L_m \vec{i}_s^s + L_r \vec{i}_r^s \end{cases}$$

Từ phương trình 3.24 ta có :  $\vec{i}_s^s = \frac{1}{L_r} (\vec{\psi}_r^s - \vec{i}_s^s L_m)$  (3.25)

$$\Leftrightarrow \vec{\psi}_s^s = \vec{i}_s^s L_s + \frac{L_m}{L_r} (\vec{\psi}_r^s - \vec{i}_s^s L_m) \quad (3.26)$$

Thay vào các phương trình 4.21 và 4.22 ta được hệ sau ;

$$\begin{cases} \vec{u}_s^s = R_s \vec{i}_s^s + \sigma L_s \frac{d\vec{\psi}_s^s}{dt} + \frac{L_m}{L_r} \frac{d\vec{\psi}_r^s}{dt} \end{cases} \quad (3.27)$$

$$\begin{cases} 0 = -R_s \vec{i}_r^s + \frac{d\vec{\psi}_r^s}{dt} + \vec{\psi}_r^s \left( \frac{1}{T_r} - j\omega \right) \end{cases} \quad (3.28)$$

Đặt các giá trị sau :

$$\psi'_{r\beta} = \psi_{r\beta} / L_m ; \quad \psi'_{r\alpha} = \psi_{r\alpha} / L_m ;$$

Từ 2 phương trình 3.27, 3.28 và qua phép biến đổi ta được hệ phương trình sau trên tọa độ anpha-beta :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{s\alpha}}{dt} = -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right) i_{s\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{r\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{r\beta} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{s\alpha} \end{array} \right. \quad (3.29)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{s\beta}}{dt} = -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right) i_{s\beta} + \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{r\alpha} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{r\beta} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{s\beta} \end{array} \right. \quad (3.30)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\psi'_{s\alpha}}{dt} = \frac{1}{T_r} i_{s\alpha} - \frac{1}{T_r} \psi'_{s\alpha} - \omega \psi'_{s\beta} \end{array} \right. \quad (3.31)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\psi'_{s\beta}}{dt} = \frac{1}{T_r} i_{s\beta} - \frac{1}{T_r} \psi'_{s\beta} + \omega \psi'_{s\alpha} \end{array} \right. \quad (3.32)$$

Hệ phương trình trên mô tả đầy đủ động cơ không đồng bộ trên hệ anpha-beta.

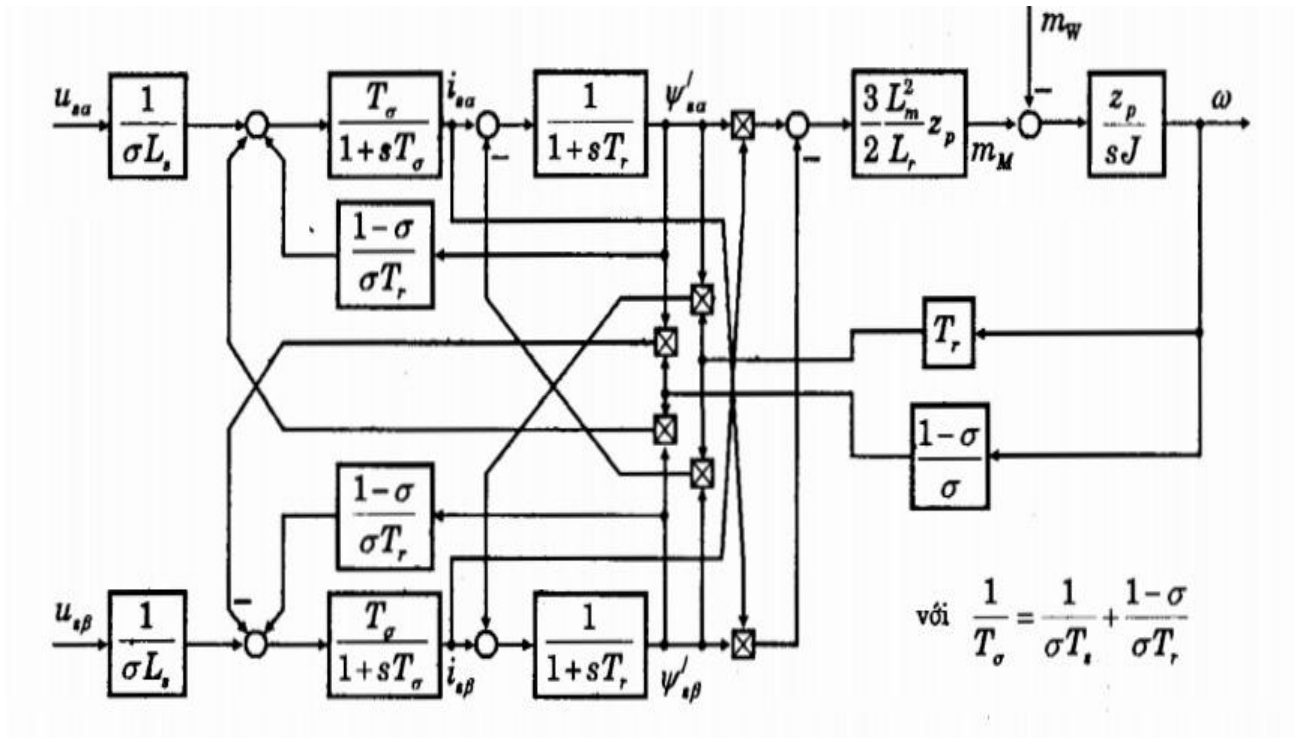
Trong đó mô men sinh ra được tính ;

$$m_M = \frac{3}{2} p_c \cdot \frac{L_m}{L_r} \cdot (\overrightarrow{\psi'_r} \times \overrightarrow{i'_s}) \quad ; \quad (3.33)$$

$$\text{Hay } m_M = \frac{3}{2} p_c \cdot \frac{L_m}{L_r} \cdot (\overrightarrow{\psi'_{r\alpha}} i'_{s\beta} - \overrightarrow{\psi'_{r\beta}} i'_{s\alpha}) \quad ; \quad (3.34)$$

khi đó ta xây dựng được hệ động cơ không đồng bộ dưới tọa độ  $\alpha\beta$ .

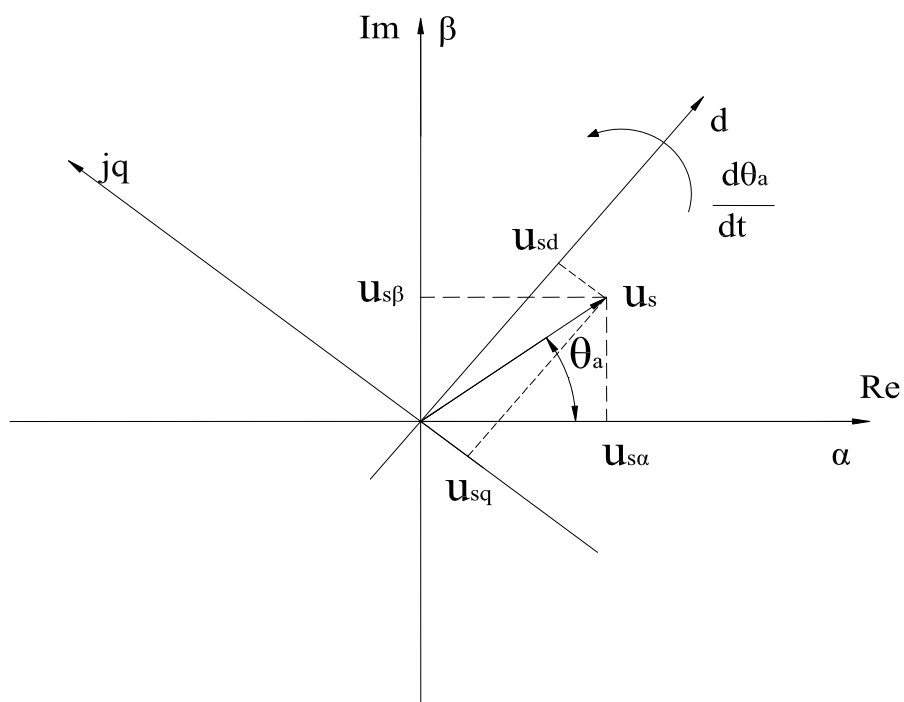
Qua phép biến đổi laplace ta được mô hình động cơ như hình 3.5



**Hình 3.5.** Biểu diễn động cơ không đồng bộ trên hệ  $\alpha\beta$

-Biểu diễn động cơ không đồng bộ trên hệ dq

Hệ tọa độ dq (hay hệ từ thông rôl) là hệ tọa độ quay với tốc độ góc omega như vậy vecto  $u_s$  có các hình chiếu xuống trục tọa độ coi như là cố định.



**Hình 3.6.** Biểu diễn vector  $u_s$  trên tọa độ dq

Như vậy theo hình 3.6 ta có thể biểu diễn  $\vec{u}_{sd}, \vec{u}_{sq}$  theo  $u_{s\alpha}, u_{s\beta}$  ;

$$\vec{u}_{sd} = u_{s\alpha} \cdot \cos\theta_a + u_{s\beta} \cdot \sin\theta_a \quad (3.35)$$

$$\vec{u}_{sq} = -u_{s\alpha} \cdot \sin\theta_a + u_{s\beta} \cdot \cos\theta_a \quad (3.36)$$

$$\text{hay ta có : } \overrightarrow{u_s^{\alpha\beta}} = \vec{u}_s^{dq} \cdot e^{j\theta_a} \Leftrightarrow \overrightarrow{u_s^{dq}} = \vec{u}_s^{\alpha\beta} \cdot e^{-j\theta_a} \quad (3.37)$$

**Vậy khi chuyển từ hệ  $\alpha\beta$  sang hệ  $dq$  ta phải cần góc teta ( góc tạo bởi trục  $\alpha\beta$  với  $dq$ ) (\*).**

Tương tự như hệ  $\alpha\beta$  ta cũng có :

$$(3.38)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{i_s^f} = i_{sd} + j i_{sq} \\ \overrightarrow{u_s^f} = u_{sd} + j u_{sq} \end{cases} \quad (3.39)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{\psi_s^f} = \psi_{sd} + j \psi_{sq} \\ \overrightarrow{\psi_r^f} = \psi_{rd} + j \psi_{rq} \end{cases} \quad (3.40)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{\psi_s^f} = \psi_{sd} + j \psi_{sq} \\ \overrightarrow{\psi_r^f} = \psi_{rd} + j \psi_{rq} \end{cases} \quad (3.41)$$

Kết hợp với những phương trình cơ bản 3.6 , 3.7, 3.8 ta có hệ sau ;

$$\begin{cases} \overrightarrow{u_s^f} = R_s \overrightarrow{i_s^f} + j\omega \overrightarrow{\psi_s^f} \\ 0 = R_r \overrightarrow{i_r^f} + \frac{d\overrightarrow{\psi_r^f}}{dt} + j\omega \overrightarrow{\psi_r^f} \end{cases} \quad (3.42)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{u_s^f} = R_s \overrightarrow{i_s^f} + j\omega \overrightarrow{\psi_s^f} \\ 0 = R_r \overrightarrow{i_r^f} + \frac{d\overrightarrow{\psi_r^f}}{dt} + j\omega \overrightarrow{\psi_r^f} \end{cases} \quad (3.43)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{\psi_s^f} = L_s \overrightarrow{i_s^f} + L_m \overrightarrow{i_r^f} \\ \overrightarrow{\psi_r^f} = L_m \overrightarrow{i_s^f} + L_r \overrightarrow{i_r^f} \end{cases} \quad (3.44)$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{\psi_s^f} = L_s \overrightarrow{i_s^f} + L_m \overrightarrow{i_r^f} \\ \overrightarrow{\psi_r^f} = L_m \overrightarrow{i_s^f} + L_r \overrightarrow{i_r^f} \end{cases} \quad (3.45)$$

Từ hai phương trình 3.44 và 3.45 ta được ;

$$\overrightarrow{i_s^f} = \frac{1}{L_r} (\overrightarrow{\psi_r^f} - \overrightarrow{i_r^f} L_m) ; \quad (3.46)$$

$$\overrightarrow{\psi_s^f} = \overrightarrow{i_s^f} L_s + \frac{L_m}{L_r} (\overrightarrow{\psi_r^f} - \overrightarrow{i_r^f} L_m) \quad (3.47)$$

$$\text{Đặt ; } \psi'_{rd} = \psi_{rd} / L_m ; \psi'_{rq} = \psi_{rq} / L_m$$

Qua phép biến đổi ta được ;

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{di_{sd}}{dt} &= -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right) i_{sd} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{rd} + \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{rq} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{sd} + \omega_s i_{sq} \end{aligned} \right. \quad (3.48)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{di_{sq}}{dt} &= -\left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r}\right) i_{sq} + \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{rd} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{rq} + \frac{1}{\sigma L_s} u_{sq} - \omega_s i_{sd} \end{aligned} \right. \quad (3.49)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\psi'_{sd}}{dt} &= \frac{1}{T_r} i_{sd} - \frac{1}{T_r} \psi'_{sd} - (\omega - \omega_s) \psi'_{sq} \end{aligned} \right. \quad (3.50)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\psi'_{sq}}{dt} &= \frac{1}{T_r} i_{sq} - \frac{1}{T_r} \psi'_{sq} - (\omega_s - \omega) \psi'_{sd} \end{aligned} \right. \quad (3.51)$$

$$\text{Mô men : } m_M = \frac{3}{2} p_c \cdot \frac{L_m^2}{L_r} \cdot \psi'_{rd} \cdot i_{sq} \quad (3.52)$$

Qua biến đổi laplace và  $\Psi'_{rq}=0$  nên ta có ;

$$\left\{ \begin{aligned} u_{sd} &= R_s (1 + sT_{\sigma s}) i_{sd} - \omega_s \cdot L_{\sigma s} \cdot i_{sq} \end{aligned} \right. \quad (3.53)$$

$$\left\{ \begin{aligned} u_{sq} &= R_s (1 + sT_{\sigma s}) i_{sq} + \omega_s \cdot L_{\sigma s} \cdot i_{sd} + \omega_s \cdot \frac{L_m^2}{L_r} \cdot \psi'_{rd} \end{aligned} \right. \quad (3.54)$$

Với  $L_{\sigma s} = \sigma L_s$  ;  $T_{\sigma s} = L_{\sigma s} / R_s$  ; Là điện cảm tiêu tán phía stator và hệ số tiêu tán từ thông phía stator

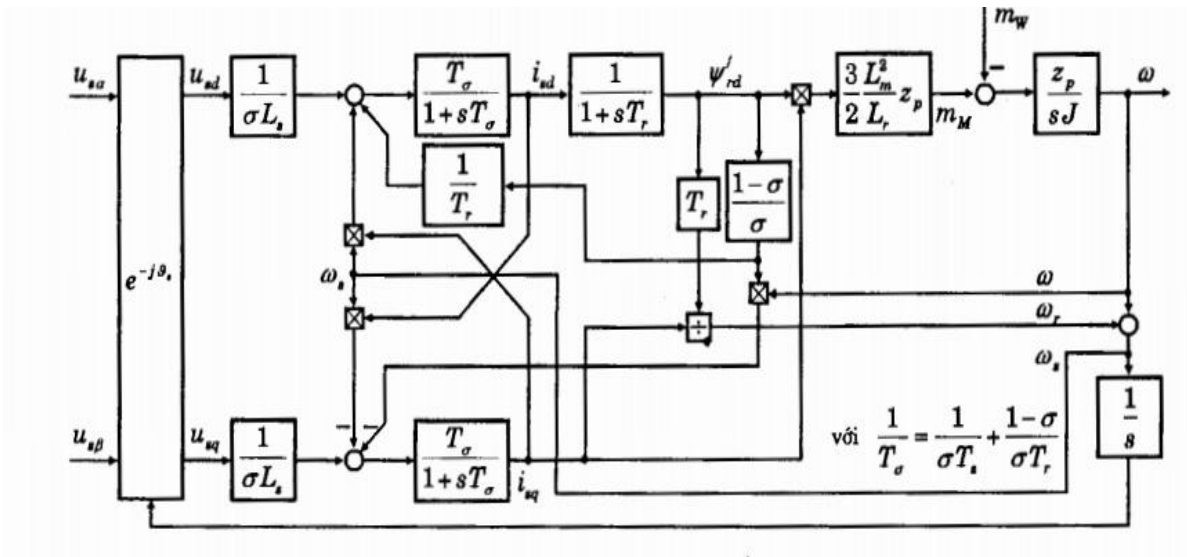
$$\psi_{rd} = \frac{1}{1 + sT_r} i_{sd} \quad (3.55)$$

Như vậy ta có thể nhận xét từ hai phương trình 3.52 và 3.55 ;

+ Điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách điều khiển từ thông roto hay chính là điều khiển dòng  $i_{sd}$ .

+ Điều khiển mô men bằng cách điều khiển dòng  $i_{sq}$

Ta xây dựng được động cơ không đồng bộ trên hệ tọa độ dq

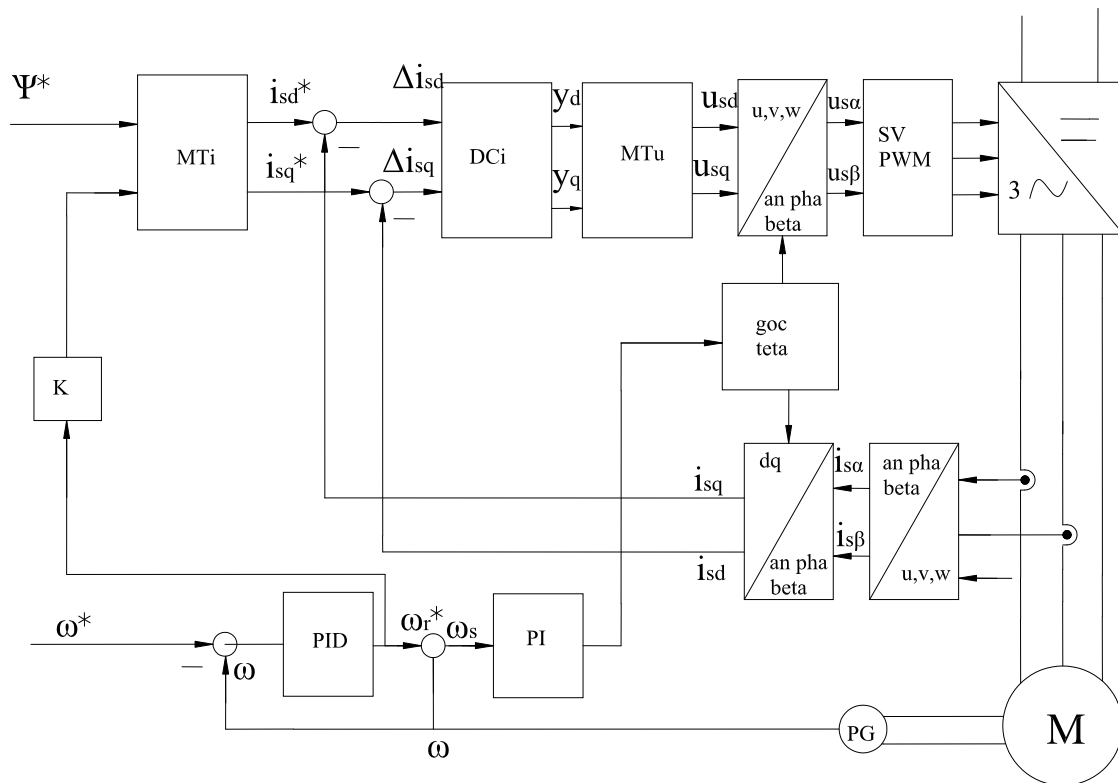


**Hình 3.7.** Biểu diễn động cơ không đồng bộ trên hệ dq

Kết luận ; Bắt đầu từ đây vấn đề điều khiển động cơ không đồng bộ trở lên thật sự dễ dàng với việc biểu diễn trên hệ tọa độ dq. Nhìn từ hai phương trình 3.42 và phương trình 3.43 ta thấy ngay được việc điều chỉnh động cơ không đồng bộ quy về điều chỉnh giống như động cơ 1 chiều . Và bây giờ vấn đề được đưa ra là điều chỉnh  $i_{sd}$  và  $i_{sq}$ .

### 3.2.2 Hệ điều khiển động cơ biến tần trên RTG

Mô hình điều khiển vectơ động cơ không đồng bộ ;



**Hình 3.8.** Mô hình điều khiển động cơ không đồng bộ

Để thực hiện điều khiển cần thực hiện những khâu chính sau ;

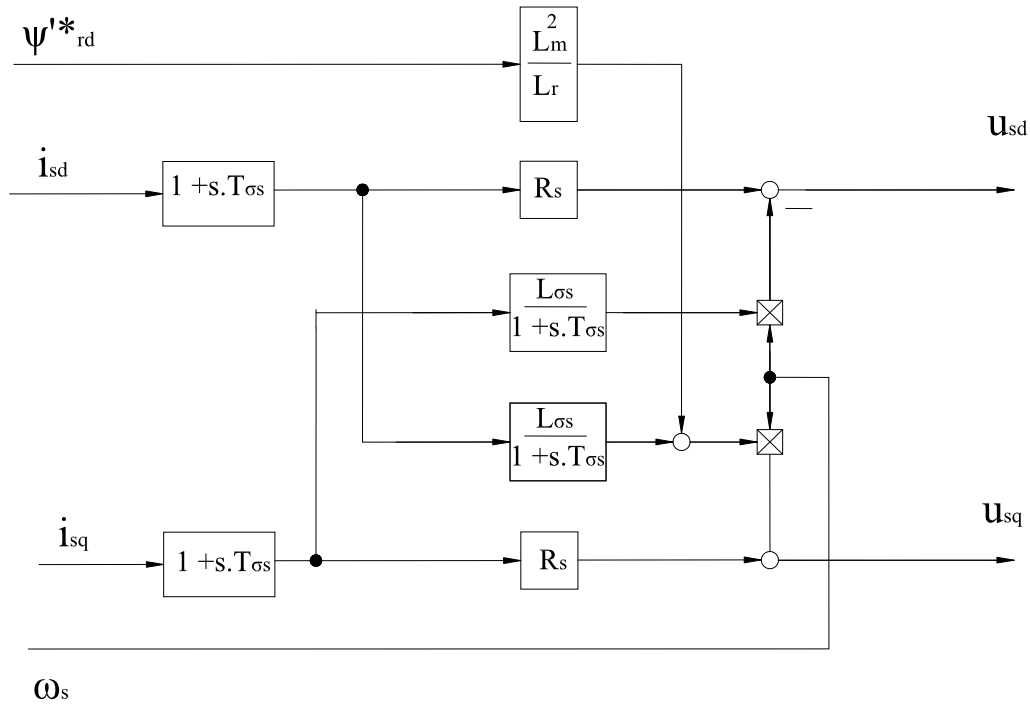
+ Đầu tiên xử lý với tín hiệu phản hồi đưa vào điều khiển là dòng điện từ các biến dòng đặt tại đầu ra của biến tần. Tín hiệu này được chuyển đổi sang hệ tọa độ mới : dòng isanpha và isbeta . Sau đó chuyển sang hệ dq với góc teta đã tính toán.

+ Tín hiệu phản hồi tốc độ được so sánh tốc độ đặt thông qua bộ vi xử lý tính được góc teta đây là điều kiện quan trọng để xác định vector điều chế  $U_s$ .

+ Để tính được thành phần  $i_{sd}^*$  và  $i_{sq}^*$  cần 1 đại lượng quan trọng nữa là từ thông roto , đây là đại lượng khó đo đạc (có thể đo bằng cảm biến HULL) , do vậy có thể thực hiện thông qua việc ước lượng từ thông [3].

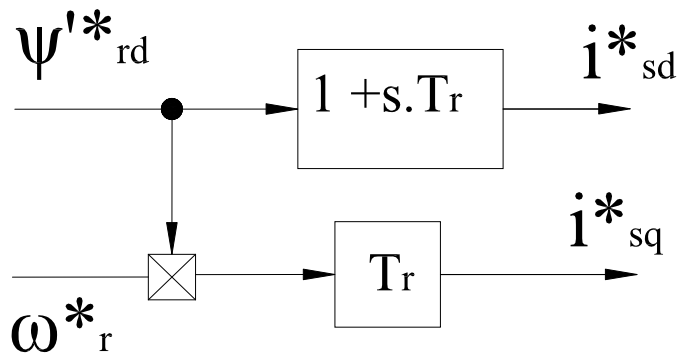
+ Qua những khâu biến đổi để cuối cùng ta lấy được đại lượng cuối cùng trước khi đi vào điều chế vector là  $u_{s\alpha}$  và  $u_{s\beta}$ .

- Phần mô hình động cơ đã được biến đổi như hình 3.7
- Các khâu P, PI
- phần DCi và Mtu theo mô hình sau từ hệ phương trình 3.54 ;



**Hình 3.9.** Khối MTu (Khối biến áp)

Khối DCi :

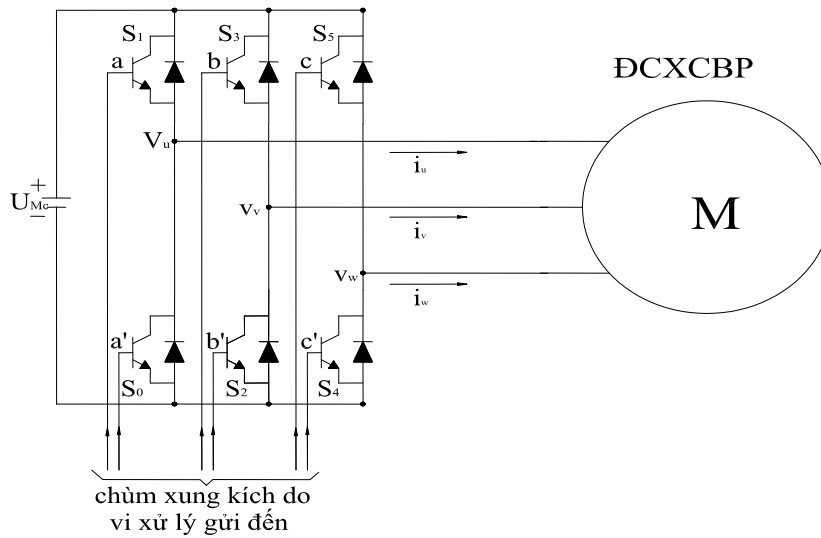


**Hình 3.10.** Khối DCi (Khối biến đổi dòng)

-Phần điều chế vector không gian ;

Một động cơ xoay chiều ba pha nuôi bởi biến tần nguồn áp như hình vẽ sau :





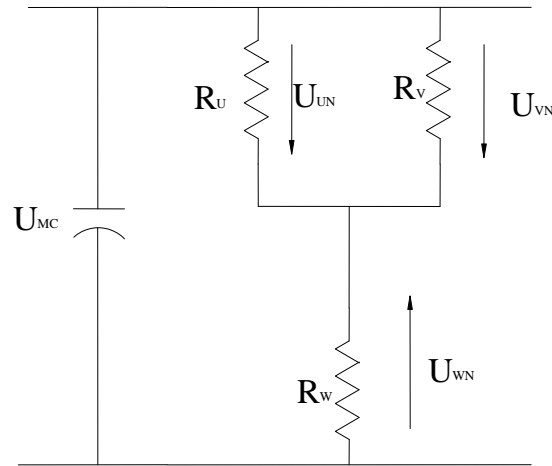
**Hình 3.11.** Biến tần gián tiếp nối bởi nguồn áp

Ta có sáu van chia làm 3 cặp van. Mỗi pha động cơ luôn tồn tại 2 trạng thái tương ứng với ba pha động cơ do vậy có  $2^3 = 8$  khả năng nối với nguồn một chiều  $U_{MC}$ , Như vậy ta có tổ hợp 8 trạng thái như sau.

**Bảng 3.1 :** Các trường hợp đóng mở van

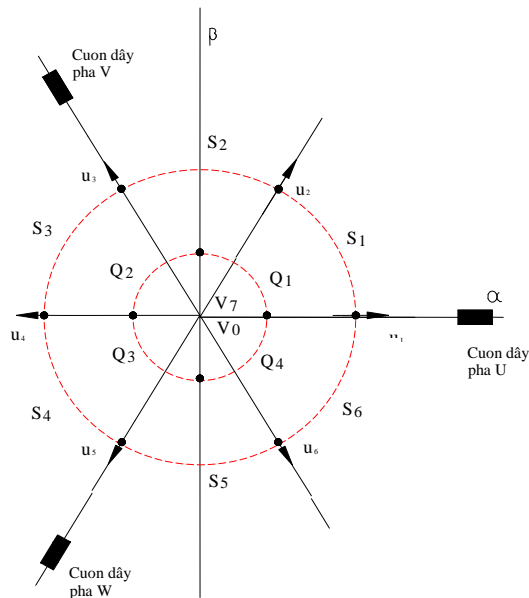
Pha / Thứ tự	0	1	2	3	4	5	6	7
Pha u	0	1	1	0	0	0	1	1
Pha v	0	0	1	1	1	0	0	1
Pha w	0	0	0	0	1	1	1	1

Bây giờ ta xét một trường hợp trong 8 trường hợp trên



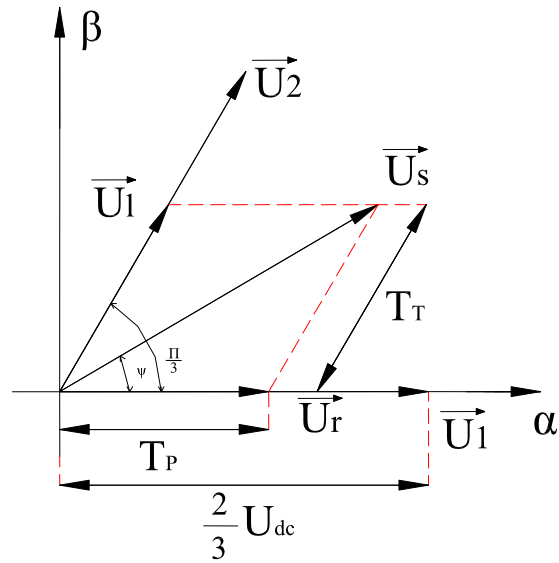
**Hình 3.12.** Xét khả năng thứ hai của quá trình đóng mở van.

Như vậy ta có thể tính được điện áp ra lớn nhất trên  $u_{wN}$  là  $u_{wN} = (3/2)U_{MC}$ . Ở trường hợp 2 này ( $u_2$ ) cũng như các trường hợp các véc tơ chuẩn khác  $u_0 \Rightarrow u_7$  tạo ra 6 sector cùng với bốn góc phần tư ta có thể nhận biết được vector  $u_s$  đang nằm ở vị trí nào trong quá trình điều chế sau này.



**Hình 3.13.** Các vector chuẩn được xây dựng qua bảng 8 cùng với 4 góc phần tư.

Bây giờ ta xét một vector  $u_s$  bất kì trên sector thứ nhất ( $S_1$ ) như sau :



**Hình 3.14.** Thực hiện vector  $u_s$  bất kì

Như ta đã biết khi  $u_s$  ở vị trí các vector chuẩn tương ứng thì ta có ;

$$|u_{smax}| = |u_1| = |u_2| = |u_3| = |u_4| = |u_5| = |u_6| = U_{MC} \cdot 2/3 \quad (3.56)$$

$U_s$  ở một vị trí bất kì nào trong không gian ta luôn tách được thành 2 thành phần tương ứng Vd trường hợp trên ta có ;

+  $u_s = u_{sr} + u_{sl}$  ( ở đây là các đại lượng vector). vậy ta đã tách thành các vector biên  $u_{sr}, u_{sl}$ .

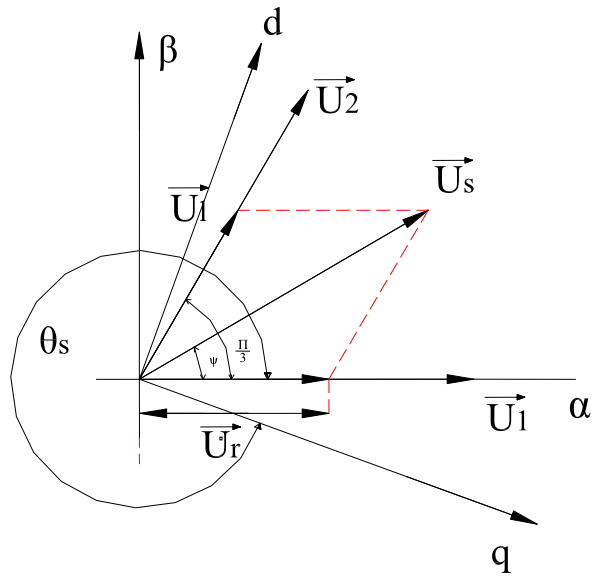
+ Khi đó ta điều chế vector biên như sau:

$$T_r = T_p \cdot \frac{|u_r|}{|u_{smax}|} \quad (3.57) \quad ; \quad T_l = T_p \cdot \frac{|u_l|}{|u_{smax}|} \quad (3.58)$$

Trong đó  $u_{sr}, u_{sl}, T_l, T_r, T_p$  ; là các đại lượng vector điện áp biên phải, biên trái, thời gian điều chế biên trái, biên phải và chu kỳ trích mẫu.

Và hai vec tơ biên trái và biên phải được tính theo hai cách như sau :

C1 : Tính trực tiếp  $u_l$  và  $u_r$  .



**Hình 3.15.** Tính các vector biên thông qua biết  $u_s$

$$|u_r| = \frac{2 \cdot |u_s| \sin(60^\circ - \gamma)}{\sqrt{3}} \quad (3.59) \quad ; \quad |u_l| = \frac{2 \cdot |u_s| \sin(\gamma)}{\sqrt{3}} \quad (3.60)$$

Trong đó : 
$$\sqrt{u_{sd}^2 + u_{sq}^2} = |u_s| \quad (3.61)$$

C2 : tính trực tiếp thông qua hai đại lượng  $u_{s\alpha}$  và  $u_{s\beta}$  .

$$|u_r| = |u_{s\alpha}| - 2 \cdot \frac{|u_{s\beta}|}{\sqrt{3}} \quad ; \quad |u_l| = 2 \cdot \frac{|u_{s\beta}|}{\sqrt{3}} \quad (3.62)$$

Trong không gian 6 sector và 4 góc phần tư thì các vector được điều chế theo bảng sau :

**Bảng 3.2 : Bảng tính giá trị  $u_r$  ,  $u_l$  trong từng sector**

G		$ u_r $	$ u_l $
S1	Q1	$ u_{s\alpha}  - \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$\frac{2}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
S2	Q1	$ u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$- u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
	Q2	$- u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$ u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
S3	Q2	$\frac{2}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$ u_{s\alpha}  - \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
S4	Q3	$ u_{s\alpha}  - \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$\frac{2}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
S5	Q3	$ u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$- u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
	Q4	$- u_{s\alpha}  - \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$ u_{s\alpha}  + \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $
S6	Q4	$\frac{2}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $	$ u_{s\alpha}  - \frac{1}{\sqrt{3}} u_{s\beta} $

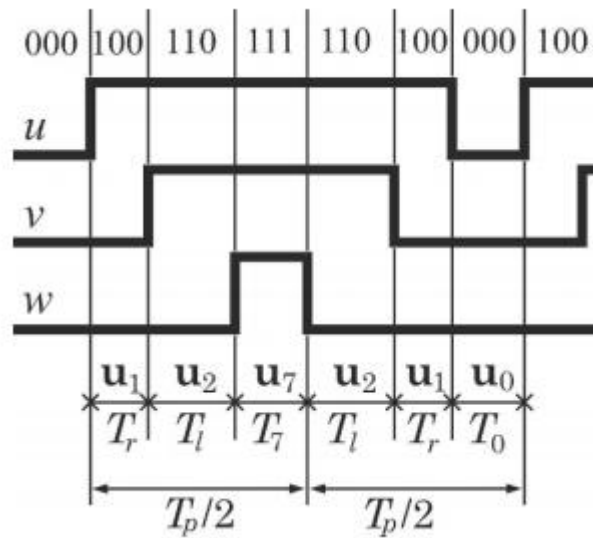
Để tiện cho việc tính toán thì ta đưa ra các thông số tính toán sau ;

$$a = |u_{s\alpha}| + \frac{|u_{s\beta}|}{\sqrt{3}} ; b = |u_{s\alpha}| - \frac{|u_{s\beta}|}{\sqrt{3}} ; c = 2 \cdot \frac{|u_{s\beta}|}{\sqrt{3}} \quad (3.63)$$

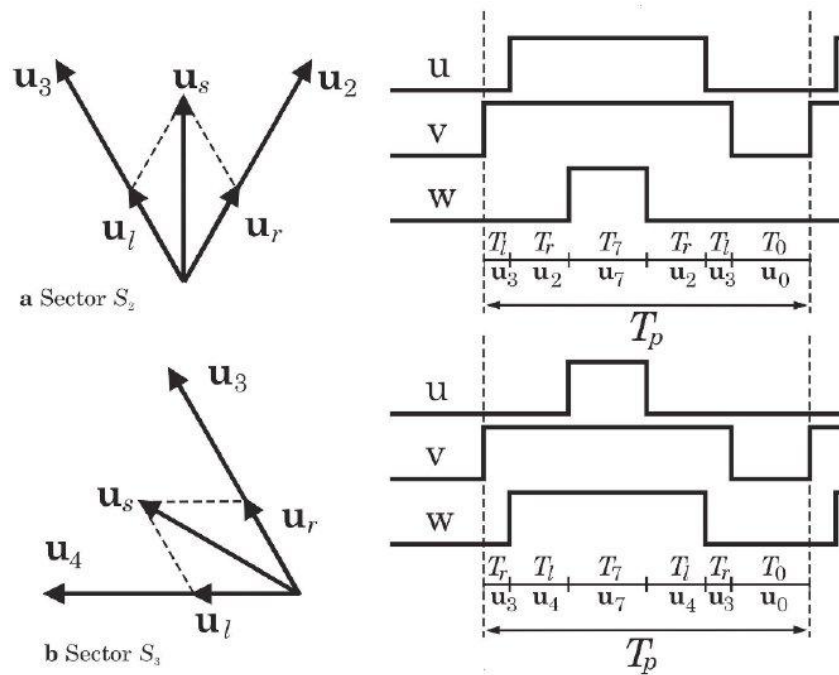
+ Bằng việc xét dấu của  $u_{s\alpha}$  và  $u_{s\beta}$  ta sẽ xác định được  $u_s$  nằm ở góc phần tư nào rồi thực hiện bước tiếp

+ Bằng việc xác định b sẽ biết được  $u_s$  đi qua góc phần 6( b sẽ đổi dấu khi đi qua góc phần 6)

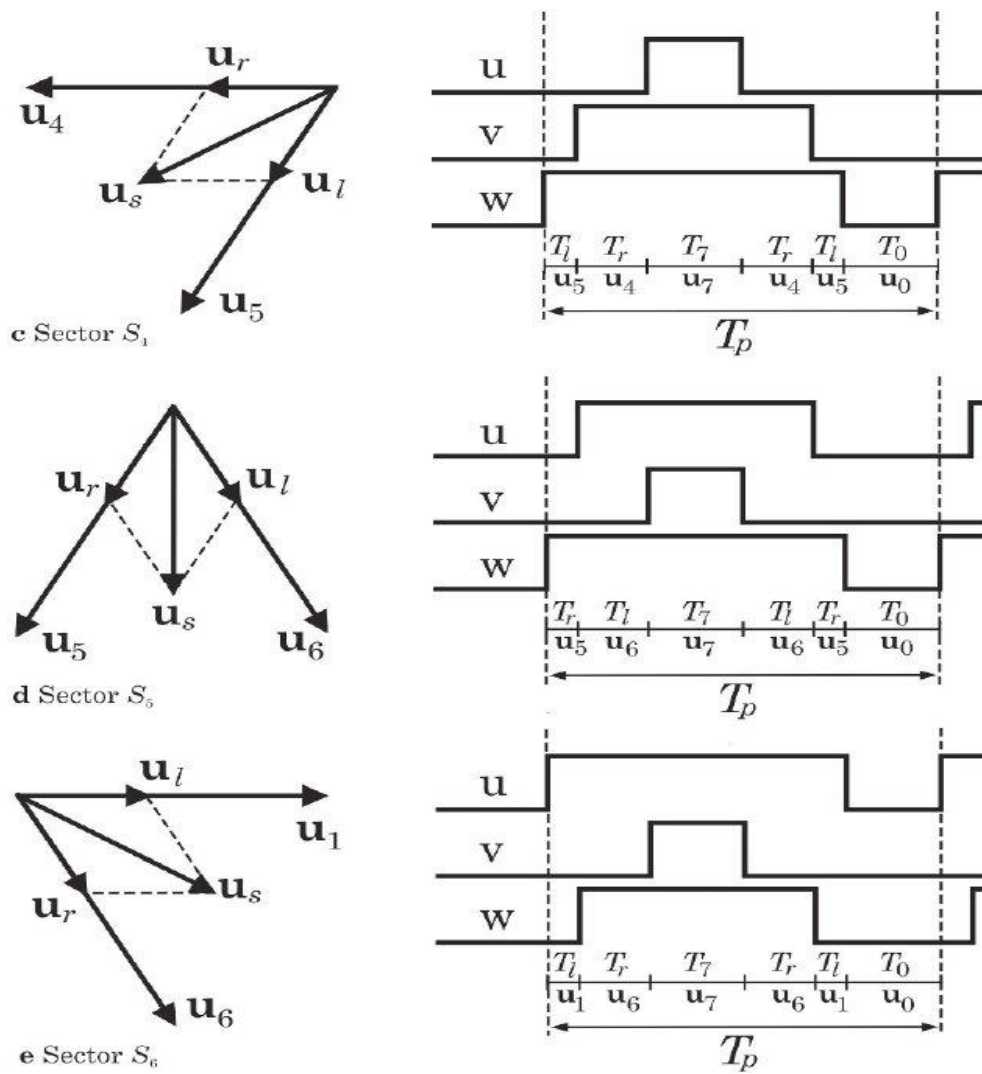
Và ta có biểu đồ thời gian phát xung như các hình sau :



**Hình 3.16.** Thời gian của việc điều chế vector  $u_s$  trong chu kì trích mẫu  $T_p$



**Hình 3.17.** Thời gian của việc điều chế vector  $u_s$  sector2, sector3



**Hình 3.18.** Thời gian của việc điều chế vector  $u_s$ , sector4, sector5, sector6

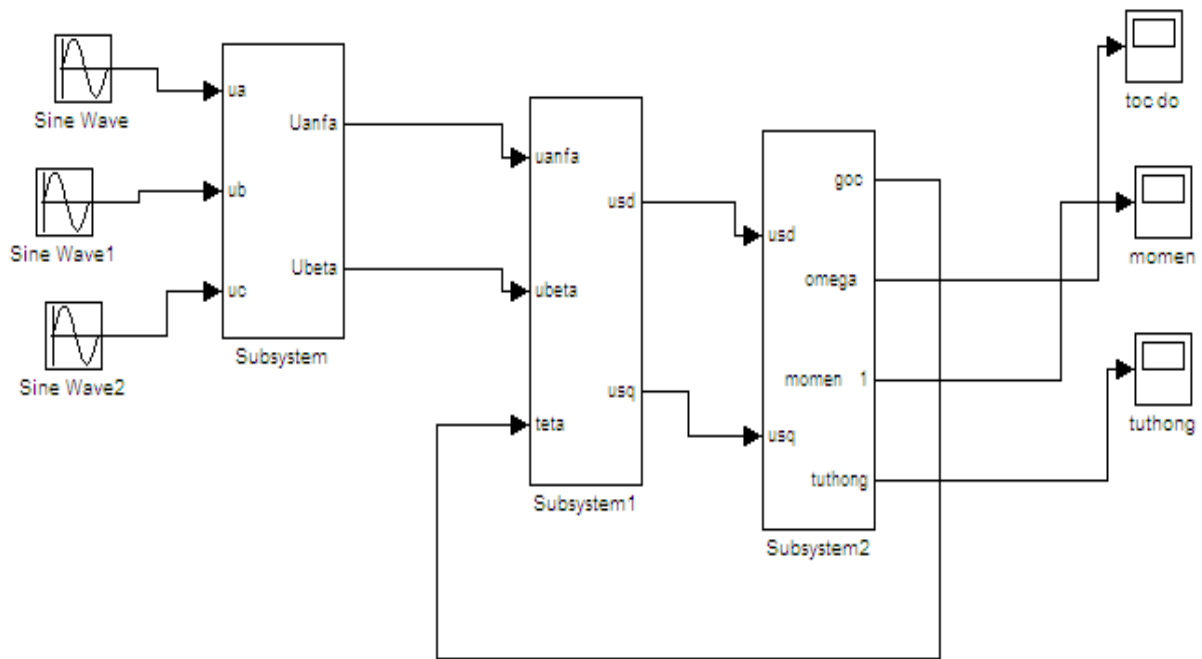
Từ đó ta có thể thiết lập được thuật toán tính toán cho vi xử lý như sau;

Nhập số liệu $u_{s\alpha}, u_{s\beta}$							
Tính a,b, và c theo công thức 4.49							
$u_{s\beta} < 0$							
Sai				Đúng			
$u_{s\alpha} < 0$				$u_{s\alpha} < 0$			
Sai $\Leftrightarrow$ Q1		Đúng $\Leftrightarrow$ Q2		Sai $\Leftrightarrow$ Q4		Đúng $\Leftrightarrow$ Q3	
b<0		b<0		b<0		b<0	
Sai là S1	Đúng S2 \$Q1	Đúng S2/Q2	Sai S3	Sai S6	Đúng S5/Q4	Sai S4	Đúng S5/Q3
Tính toán thời gian							
Xuất số liệu đóng cắt van							

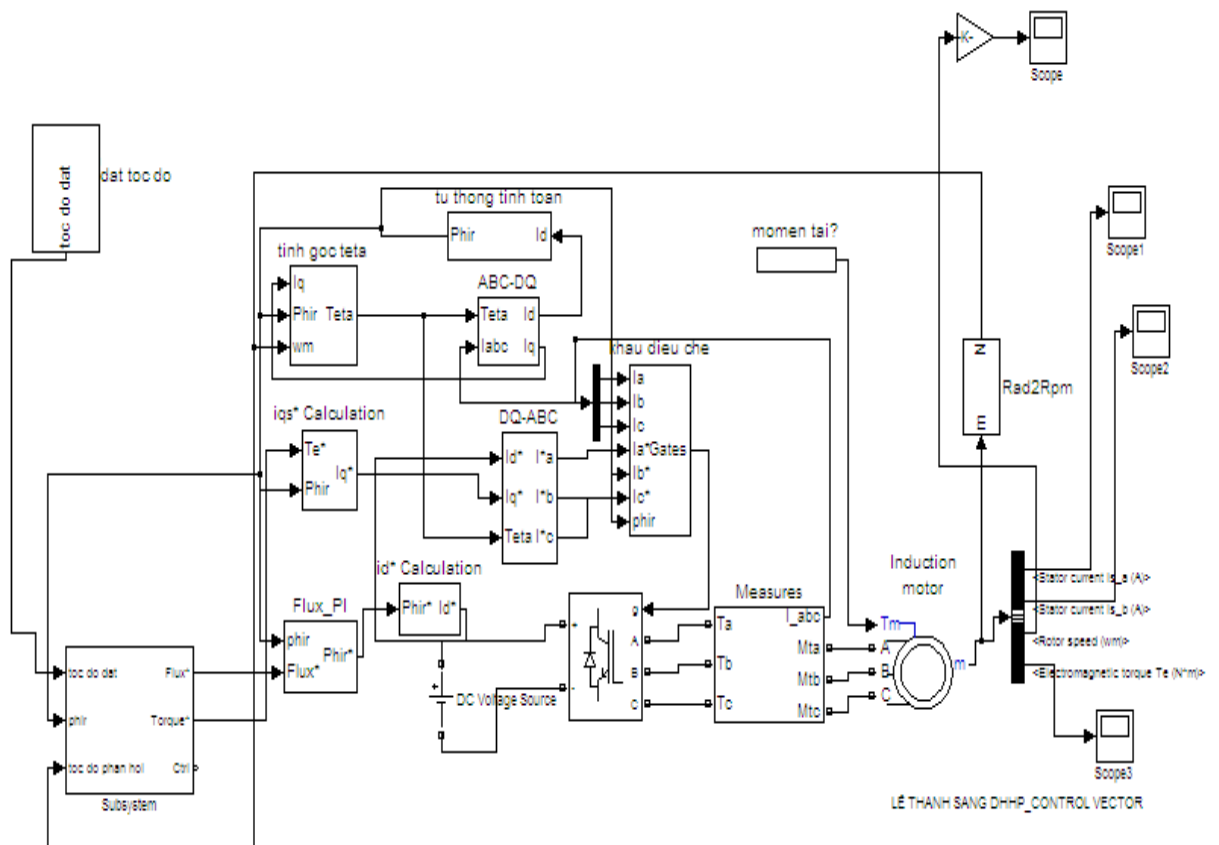
### 3.3 MÔ PHỎNG TRÊN MATLAB SIMULINK

Trong phần này ta đi mô phỏng động cơ không đồng bộ trên tọa độ từ thông (hay hệ quay dq) và điều khiển động cơ này bằng phương pháp điều khiển vector. Ta thấy được ý nghĩa của việc thay thế máy điện quay không đồng bộ ba pha trong hệ tọa độ quay, hay hệ anpha-beta.





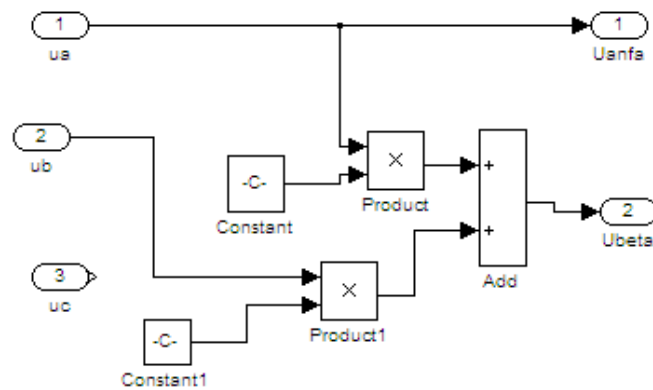
**Hình 3.19.** Sơ đồ máy điện không đồng bộ



**Hình 3.20.** Sơ đồ truyền động điện điều khiển động cơ không đồng bộ (hệ điều khiển Vector)

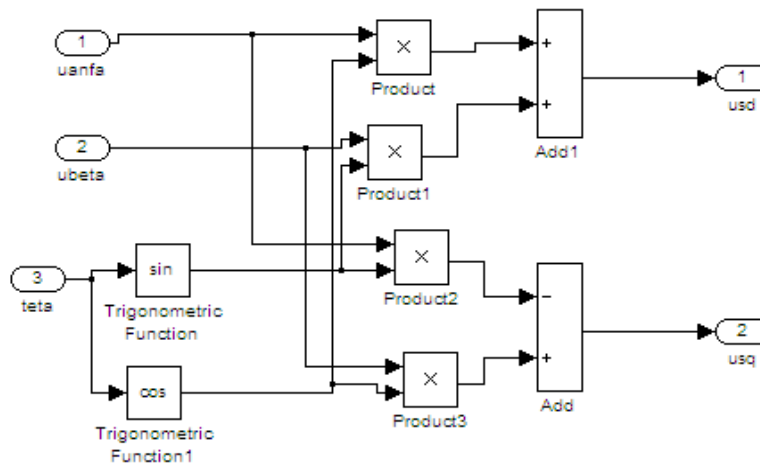
### 3.3.1 Các khối chức năng chính được xây dựng.

a. Khối chuyển từ hệ abc sang  $\alpha\beta$ .



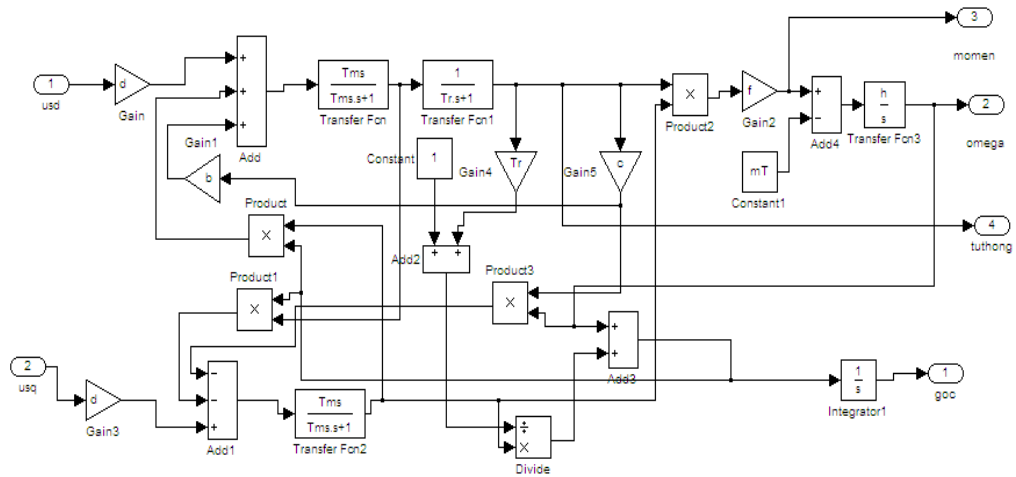
*Hình 3.21. Sơ đồ chuyển đổi hệ abc sang hệ  $\alpha\beta$ .*

b. Khối chuyển từ hệ  $\alpha\beta$  sang hệ quay dq



*Hình 3.22. Sơ đồ chuyển đổi hệ  $\alpha\beta$  sang dq*

c. Từ hệ dq đến các đại lượng cần thiết



*Hình 3.23. Đại lượng lấy được sau hệ dq*

### 3.3.2 Kết quả mô phỏng

Động cơ có các thông số :

$$P = 149,2 \cdot 10^3 \text{ KW}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$R_s = 14,85 \cdot 10^{-3} \text{ } (\Omega);$$

$$L_{ls} = 0,3027 \cdot 10^{-3} \text{ (H);}$$

$$R_r = 9,295 \cdot 10^{-3} \text{ } (\Omega);$$

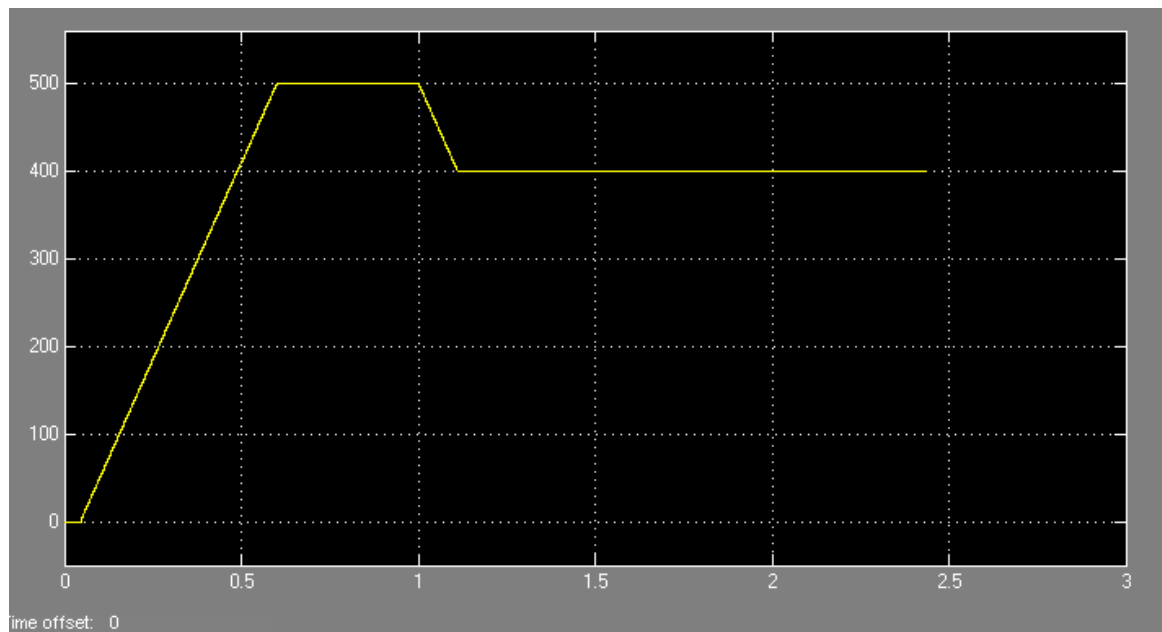
$$L_{lr} = 0,3027 \cdot 10^{-3} \text{ (H);}$$

$$L_m = 10,46 \cdot 10^{-3} \text{ (H);}$$

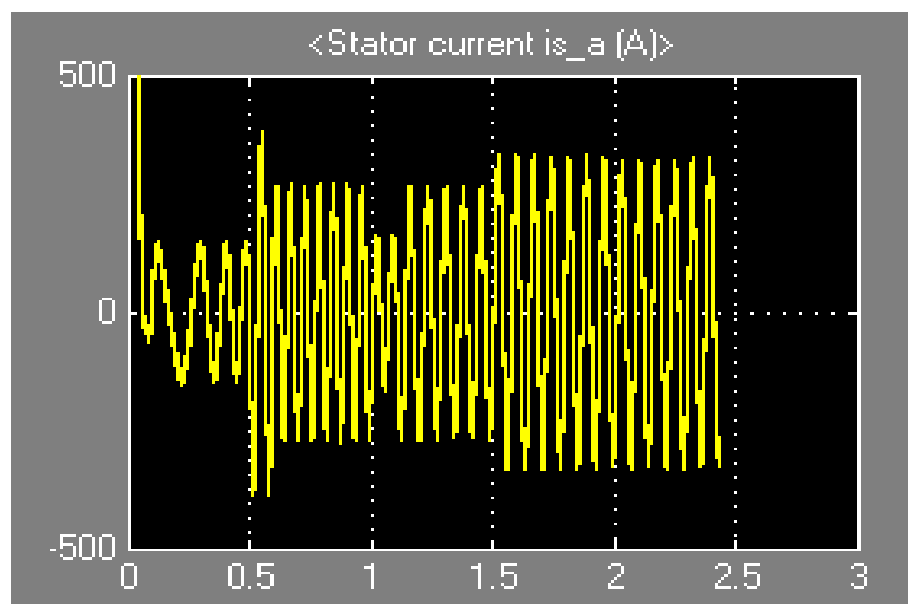
$$P = 2 ;$$

$$J = 3,1 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

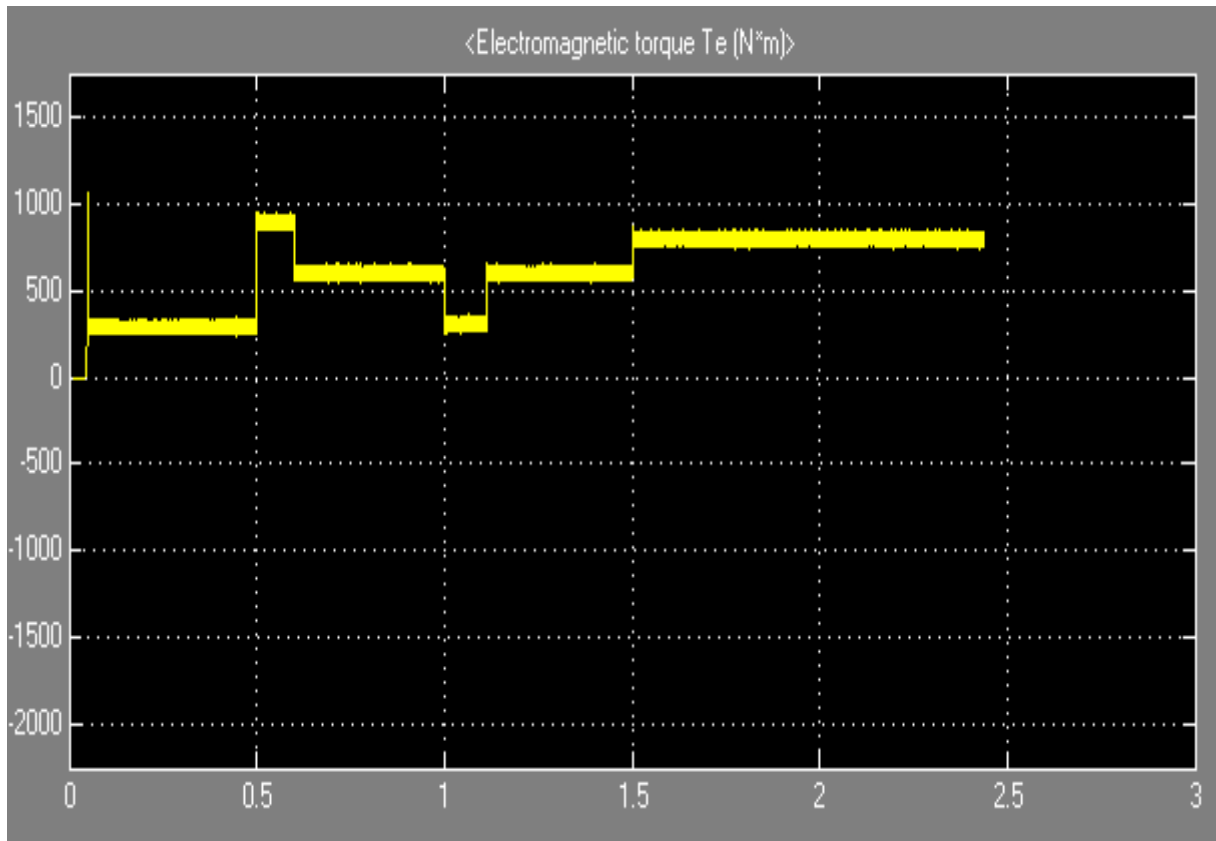
## Đặc tính thu được



*Hình 3.24. Tốc độ đáp ứng của động cơ*



*Hình 3.25. Dòng điện stator*



**Hình 3.26.** Moment điện từ của động cơ

Nhận xét : trên biểu đồ trong khoảng thời gian 0,5 s ta đặt tốc độ cần là 500 vòng bên cạnh đó ta đặt mô men cân bằng 0 do vậy trên hình vẽ mặc dù dòng điện quá độ nhưng vẫn nhỏ hơn so với chế độ làm việc khác.

- + sau 0,5s đặt mô men tải là 600Nm do vậy dễ dàng nhìn thấy dòng điện tăng đến
- + 1s giảm tốc xuống 400v/p nhận thấy dòng điện hay mô men giảm đi .
- + 1,5s tăng momen lên 800Nm dòng cũng tăng đồng thời momen lập tức tăng theo quy luật này.

## KẾT LUẬN

Trong thời gian qua với sự giúp đỡ của thầy PGS.TS Nguyễn Tiến Ban và kiến thức được học em đã hoàn thành cuốn đồ án “ *Nghiên cứu một số loại biến tần gián tiếp tiêu biểu điều khiển động cơ KĐB sử dụng trong RTG (QC) tại Xí nghiệp xếp dỡ Chùa Vẽ* ” này . Trong đồ án này em đã giới thiệu về cầu trục ATG, nghiên cứu biến tần gián tiếp sử dụng IGBT đi sâu nghiên cứu biến tần hãng FUJI Nhật Bản với ứng dụng trên cầu trục ATG. Tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu em chỉ dừng lại ở phần mô phỏng mà vấn đề điều chế vector  $u_s$  theo hai thành phần  $u_{s\alpha}$  và  $u_{s\beta}$  đòi hỏi sự can thiệp nhiều của vi xử lý tính toán đóng ngắt các van theo cách khác nhau khi lập trình nên trong quá trình mô phỏng chưa thể hiện được.

Cuối cùng em xin gửi lời cảm ơn và lời chúc sức khỏe đến các thầy cô trong khoa, thầy PGS.TS Nguyễn Tiến Ban đã nhiệt tình giúp đỡ em hoàn thiện cuốn đồ án này .

***Em xin chân thành cảm ơn!***

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Tự Động Hoá Cầu Trục Và Cản Trục*, NXB Khoa Học Kỹ Thuật .
2. Võ Minh Chính , *Điện tử công suất*, NXB Khoa Học Kỹ Thuật ,12/2004
3. GS.TSKH Nguyễn Phùng Quang , *Điều khiển tự động động cơ điện xoay chiều ba pha* –NXB Giáo Dục 1998.
4. GS.TSKH Nguyễn Phùng Quang, *Matlab và Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*,NXB Khoa Học Kỹ Thuật
5. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn ,PGs. Ts Nguyễn Tiến Ban , *Điều khiển tự động các hệ thống truyền động điện* , NXB khoa học kỹ thuật.
6. Tài liệu tiếng anh GS.TSKH Nguyễn Phùng Quang và J.A Dittrich, *Vector control of three-phase AC Mechines*
7. *Sổ tay FUJI –FRENIC-5000VG7S used manual*
8. <http://www.mathworks.com/>

## MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1. ....	2
GIỚI THIỆU VỀ CẦU TRỤC RTG (RUPBBER TIERED GANTRY CRANNE) CẢNG CHÙA VỄ.....	2
1.1. Giới thiệu chung về RTG .....	2
1.1.1 Đặc điểm.....	2
1.1.2. Cấu trúc .....	2
1.1.3. Các thông số chính về RTG.....	7
1.1.4. Tốc độ vận hành .....	7
1.1.5. Nguồn điện .....	7
1.1.6. Phanh hãm .....	8
1.1.7. Các thông số kĩ thuật cơ bản của máy phát điện xoay chiều và động cơ điện sử dụng trên cầu trục RTG .....	8
1.2. Những đặc điểm về điều khiển cầu trục RTG .....	10
1.2.1. Điều khiển dễ dàng.....	10
1.2.2. Đảm bảo tốc độ nâng với tải trọng định mức.....	10
1.2.3. Có khả năng thay đổi tốc độ phạm vi rộng.....	10
1.2.4. Tác động nhanh thời gian quá độ ngắn .....	11
1.2.5. Đảm bảo an toàn cho hàng hóa.....	11
1.3. Giới thiệu về hệ thống điện .....	12
1.4. Hệ thống cấp nguồn .....	13
1.5. Hệ chiếu sáng .....	16
1.6. Mạng truyền thông và thông tin liên lạc.....	Error! Bookmark not defined.



<b>1.6.1. Mạng PLC và kết nối.....</b>	<b>17</b>
<b>1.6.2 Mạng thông tin liên lạc .....</b>	<b>19</b>
<b>CHƯƠNG 2. ....</b>	<b>20</b>
<b>BIẾN TẦN GIÁN TIẾP SỬ DỤNG IGBT, BIẾN TẦN HÃNG FUJI NHẬT BẢN VỚI ỨNG DỤNG TRÊN CẦN TRỤC RTG VÀ QC.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Giới thiệu về biến tần gián tiếp.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1. Đặt vấn đề .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2. Biến tần gián tiếp.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2.1. Thiết bị biến tần gián tiếp dùng chỉnh lưu điều khiển .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2.2. Biến tần dùng chỉnh lưu không điều khiển có thêm bộ biến đổi xung điện áp.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2.3. Bộ biến tần dùng bộ chỉnh lưu không điều khiển với bộ nghịch lưu PW .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2.4. Biến tần điều khiển vector.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Transistor công suất IGBT .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Biến tần trong điều khiển truyền động động cơ không đồng bộ.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1 Động cơ không đồng bộ .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.2 Biến tần trong điều khiển truyền động động cơ không đồng bộ .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4. Biến tần hãng FUJI Nhật Bản với ứng dụng trên cần trục RTG và QC .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1. Biến tần hãng FUJI Nhật Bản và các kiểu điều chỉnh tốc độ .....</b>	<b>32</b>

2.4.2. Cấu trúc của biến tần sử dụng trên RTG .....	38
2.4.3. Cấu trúc của biến tần sử dụng trên QC .....	40
2.4.4. Tính năng và đặc tính của biến tần FRENIC 5000VG7S .....	41
2.4.5. Biến tần FRENIC 5000VG7S với điều khiển bằng vecto.....	47
<b>CHƯƠNG 3. MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN CẤP CHO ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA (DỰA TRÊN CƠ SỞ NGUYÊN LÝ CỦA HỌ BIẾN TẦN FREN5000VG7S).....</b>	<b>49</b>
3.1.Đặt vấn đề. ....	49
3.2 Thiết lập mô hình toán hệ truyền động điện biến tần. ....	50
3.2.1.Động cơ không đồng bộ trên các hệ tọa độ.....	50
3.3 Mô phỏng trên matlab simulink .....	71
3.3.1 Các khối chức năng chính được xây dựng.....	73
3.3.2 Kết quả mô phỏng .....	74
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>77</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>78</b>