

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG

KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



HỌC PHẦN :

ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Chương 5: BỘ BIẾN TẦN

5.1/ Tổng quan về bộ biến tần:

5.1.1- Khái niệm:

- Bộ biến tần dùng để chuyển đổi điện áp hoặc dòng điện xoay chiều ở đầu vào từ một tần số này thành điện áp hoặc dòng điện có một tần số khác ở đầu ra.
- Bộ biến tần được sử dụng để điều khiển vận tốc động cơ xoay chiều theo phương pháp điều khiển tần số, tần số của lưới nguồn sẽ thay đổi thành tần số biến thiên.
- Bộ biến tần được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật nhiệt điện, cung cấp năng lượng cho lò cảm ứng.

5.1.2- Phân loại:

* Biến tần gián tiếp:

AC → DC → AC

Lưu ý: cần phân biệt biến tần dùng bộ nghịch lưu áp và biến tần dùng bộ nghịch lưu dòng với quá trình chuyển mạch phụ thuộc mạch nguồn hoặc với quá trình chuyển mạch cưỡng bức.

* Biến tần trực tiếp:

AC → AC

Bộ biến tần trực tiếp có thể hoạt động:

- Với quá trình chuyển mạch phụ thuộc bên ngoài: tín hiệu điều khiển có dạng hình thang hoặc dạng điều hòa.
- Với quá trình chuyển mạch cưỡng bức (ít gặp)

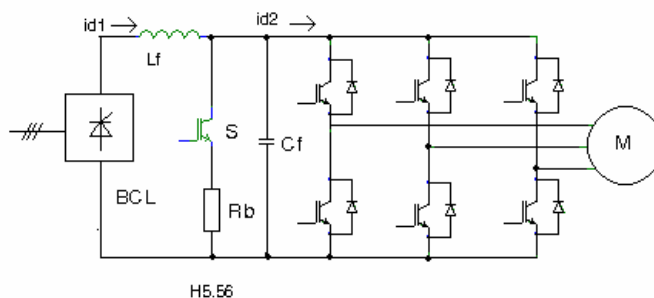
5.2/ Bộ biến tần gián tiếp:

5.2.1- Đặc điểm:

- Bộ biến tần gián tiếp gồm có bộ chỉnh lưu với chức năng chỉnh lưu điện áp xoay chiều với tần số cố định ở ngõ vào và bộ nghịch lưu thực hiện việc chuyển đổi điện áp (hoặc dòng điện) chỉnh lưu sang dạng áp hoặc dòng xoay chiều ở ngõ ra.

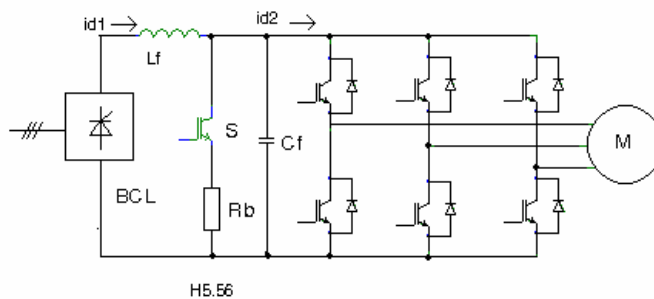
- Bộ biến tần gián tiếp hoạt động với công suất khoảng vài kW đến vài trăm kW.
- Phạm vi hoạt động của tần số khoảng vài chục Hz đến vài trăm Hz.
- Công suất tối đa có thể đến vài MW và tần số tối đa khoảng vài chục kHz (trong kỹ thuật nhiệt điện – lò cao tần).

5.2.2- Bộ biến tần áp gián tiếp:



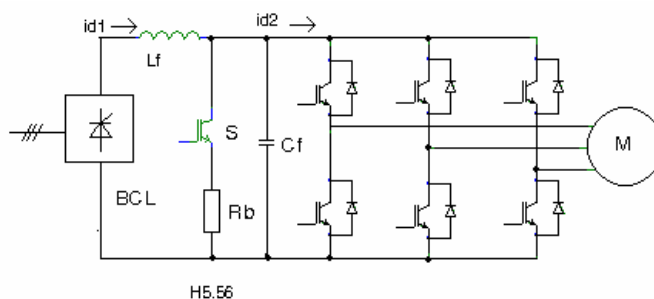
* Mạch trung gian một chiều:

- Tụ lọc C_f với điện dung khá lớn (khoảng vài ngàn μF) giúp cho mạch trung gian hoạt động như nguồn điện áp.
- Cuộn kháng L_f có tác dụng nắn dòng điện chỉnh lưu.
- Do tác dụng của diode nghịch đảo bộ chỉnh lưu, điện áp đặt trên tụ chỉ có thể đạt giá trị dương.



* Bộ nghịch lưu áp: dạng một pha hoặc ba pha. Quá trình chuyển mạch của bộ nghịch lưu áp thường là quá trình chuyển đổi cường bức.

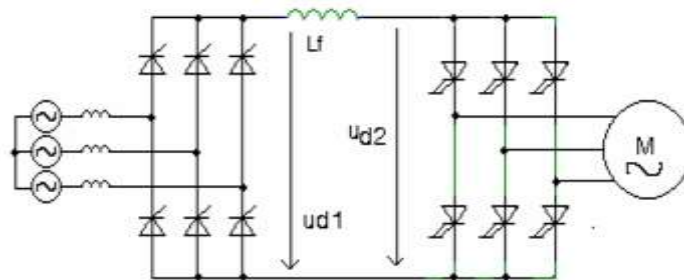
* Bộ chỉnh lưu: có nhiều dạng khác nhau, mạch tia, mạch cầu một pha hoặc ba pha. Nếu như bộ chỉnh lưu một pha và bộ nghịch lưu ba pha, bộ biến tần sẽ thực hiện cả chức năng bộ biến đổi tổng số pha.



- Ở chế độ máy phát của tải (VD khi hãm động cơ không đồng bộ), năng lượng hãm được trả ngược về mạch một chiều và nạp cho tụ lọc C_f . Năng lượng nạp về trên tụ làm điện áp nó tăng lên và có thể gây quá áp.

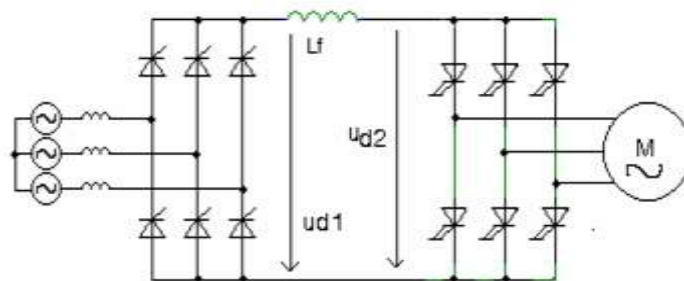
- Để loại bỏ hiện tượng quá áp trên tụ C_f ta mắc một điện trở song song với tụ, việc đóng mạch xả tụ thực hiện nhờ công tắc bán dẫn S.

5.2.3- Bộ biến tần dòng gián tiếp:



* Mạch trung gian:

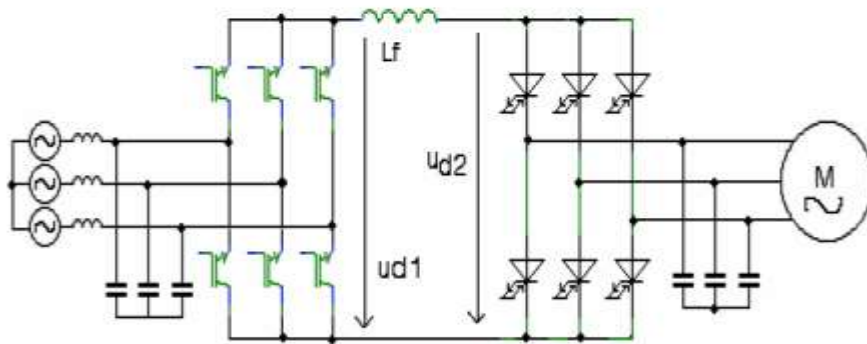
- Chỉ có cuộn cảm L_f (khoảng vài mH) thực hiện chức năng trao đổi năng lượng ảo giữa tải tiêu thụ và mạch trung gian.
- Cuộn cảm tạo điều kiện cho quá trình thay đổi chiều của điện áp u_{d2} xảy ra nhanh chóng không phụ thuộc vào điện áp chỉnh lưu u_{d1} .



* Bộ nghịch lưu dòng: một pha hoặc thường gặp hơn ở dạng ba pha. Bộ nghịch lưu dòng với quá trình chuyển mạch phụ thuộc, để điều khiển bộ nghịch lưu dòng có thể thực hiện theo phương pháp điều biên hoặc kỹ thuật điều chế độ rộng xung.

* Bộ chỉnh lưu: thường sử dụng mạch cầu ba pha có điều khiển.

Để giảm hiện tượng quá áp trên các chi tiết bán dẫn của bộ nghịch lưu, ta có thể sử dụng bộ nghịch lưu với tụ hạn chế quá áp mắc song song với tải hoặc sử dụng mạch tích năng lượng.

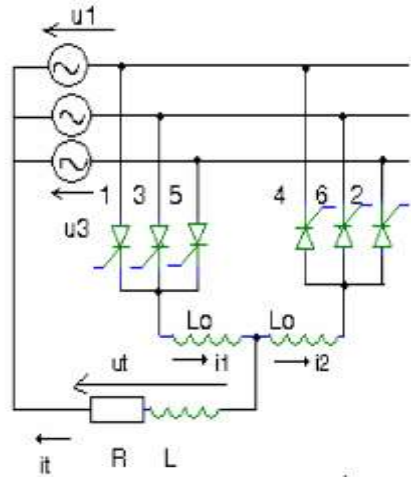


5.3/ Bộ biến tần trực tiếp:

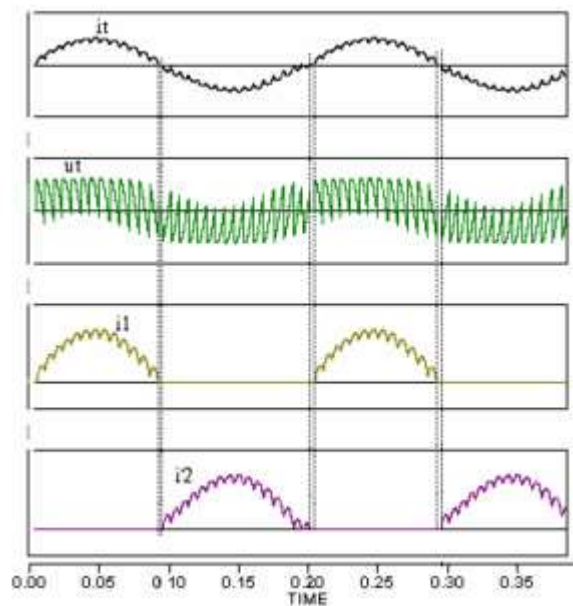
- Bộ biến tần trực tiếp được phân biệt làm 2 loại:
 - + Bộ biến tần có quá trình chuyển mạch phụ thuộc
 - + Bộ biến tần có quá trình chuyển mạch cưỡng bức
- Bộ biến tần trực tiếp với quá trình chuyển mạch cưỡng bức chứa các linh kiện tự chuyển mạch như GTO, transistor.
- Bộ biến tần trực tiếp với quá trình chuyển mạch phụ thuộc được sử dụng nhiều trong công nghiệp.

5.3.1- Bộ biến tần trực tiếp một pha:

Bộ biến tần có cấu tạo của bộ chỉnh lưu kép. Điều khác biệt so với chức năng của bộ chỉnh lưu kép là bộ biến tần có quá trình điện áp trên tải (tức điện áp chỉnh lưu) đổi dấu một cách liên tục và tuần hoàn.



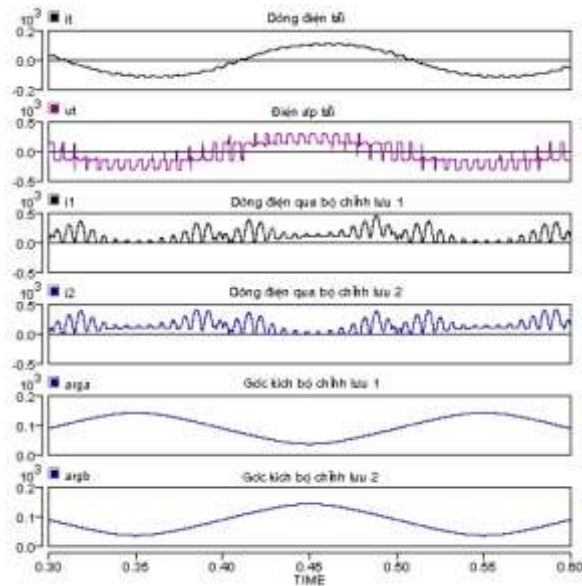
Sơ đồ nguyên lý



Dạng sóng điều khiển riêng

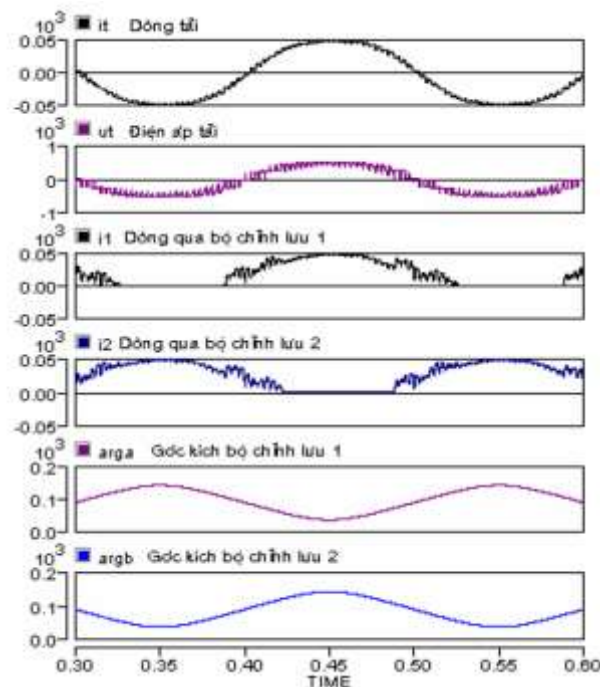
$\text{Sgn}(u_r)$	$\text{Sgn}(u_{r1})$	$\text{Sgn}(u_{r2})$	I_1^*	I_2^*	α_1	α_2
+	+	-	≥ 0	0	$0 \leq \alpha_1 < \pi/2$	Khóa
-	-	+	>0	0	$\pi/2 \leq \alpha_1 < \pi$	Khóa
-	-	+	0	0	Khóa	Khóa trong thời gian t_b
-	-	+	0	≥ 0	Khóa	$0 \leq \alpha_2 < \pi/2$
+	+	-	0	>0	Khóa	$\pi/2 \leq \alpha_2 < \pi$
+	+	-	0	0	Khóa trong thời gian t_b	Khóa

* Đồ thị điện áp và dòng điện tải trong trường hợp điều khiển đồng thời:



Điện áp tải xoay chiều tạo thành có thể phân tích thành sóng hài cơ bản có tần số bằng tần số yêu cầu của điện áp tải và các sóng bậc cao với tần số phụ thuộc vào số xung điện áp chỉnh lưu.

Chất lượng điện áp và dòng điện tải được cải thiện rõ rệt với bộ chỉnh lưu nhiều xung:



* Quan hệ giữa điện áp điều khiển và điện áp tải:

- Điện áp điều khiển cho mỗi tải nghịch lưu có thể chọn dạng sin (hoặc dạng chữ nhật, dạng hình thang ...).
- Điện áp điều khiển và sóng hài cơ bản của điện áp tải có tần số bằng nhau và biên độ tỉ lệ với nhau.

Gọi:

- $v_{t(1)}$: sóng hài cơ bản của điện áp tải
- $v_{đk}$: hàm sóng điều khiển
- V_{d0} : trị trung bình điện áp chỉnh lưu khi góc điều khiển bằng 0.
- V_{pM} : biên độ điện áp đồng bộ dạng răng cưa hoặc dạng cosin

Ta có:
$$v_{t(1)} = \frac{V_{d0}}{V_{pM}} \cdot v_{dk}$$

Nếu áp điều khiển dạng sin có biên độ là V_{dkM} và tần số ω :

$$v_{dk} = V_{dkM} \cdot \sin(\omega t)$$

Điện áp tải có dạng sóng hài cơ bản thay đổi theo hệ thức:

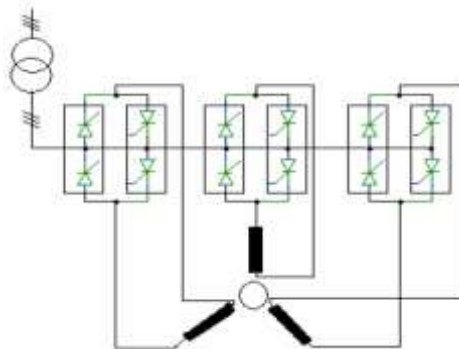
$$v_{t(1)} = \frac{V_{d0}}{V_{pM}} \cdot V_{dkM} \sin(\omega t)$$

Với $0 \leq V_{dkM} \leq V_{pM}$

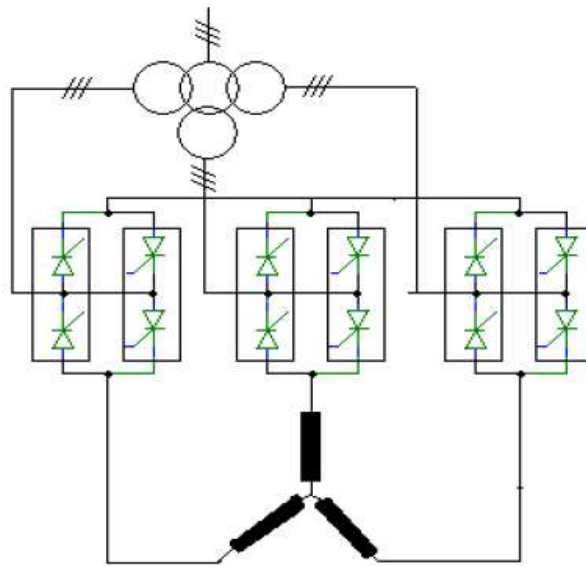
Khi sóng điều khiển có biên độ bằng biên độ sóng răng cưa, sóng hài cơ bản của điện áp tải có biên độ bằng V_{d0} .

5.3.2- Bộ biến tần trực tiếp ba pha:

* Biến tần trực tiếp có cấu trúc đối xứng:



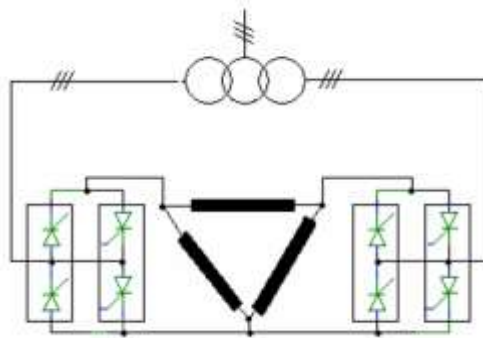
Biến tần trực tiếp mắc chung nguồn



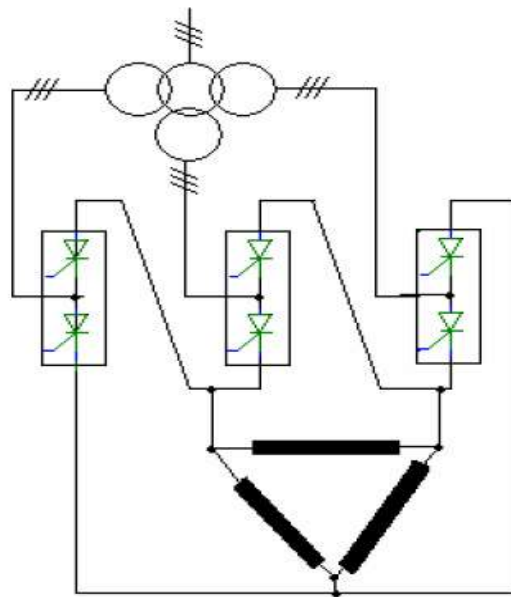
Biến tần trực tiếp có 3 nguồn riêng

Với cấu trúc mạch biến tần sử dụng nguồn chung, khi thực hiện chuyển mạch các linh kiện nhóm nửa trên của mạch cầu, hiện tượng ngắn mạch nguồn có thể xảy ra.

* Biến tần trực tiếp có cấu trúc không đối xứng:

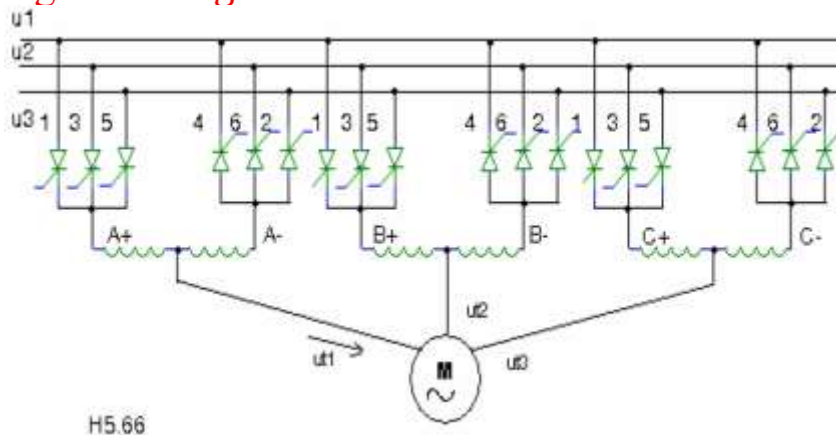


Biến tần trực tiếp mắc chung nguồn



Biến tần trực tiếp có 3 nguồn riêng

* Biến tần trực tiếp gồm các bộ chỉnh lưu tia ba pha với nguồn chung:



Tần số hài cơ bản của điện áp ra cho bởi hệ thức:

$$f_2 = \frac{f_1 \cdot m}{2l + m - 2}$$

Với: - l là tổng số xung áp chỉnh lưu chứa trong nửa chu kỳ áp tải

- m là số pha

- f_1 là tần số áp nguồn xoay chiều

- Nếu bộ biến tần do các bộ chỉnh lưu kép mạch tia ba pha tạo thành, ta có:

$$f_{2\max} \approx 0,43 f_1 \quad (\text{thực tế sử dụng đến giới hạn } f_1/3)$$

- Nếu bộ biến tần do các bộ chỉnh lưu kép mạch cầu ba pha tạo thành, ta có:

$$f_{2\max} = 0,6 f_1 \quad (\text{thực tế khoảng } f_1/2)$$

5.3.3- Ưu, khuyết điểm của bộ biến tần trực tiếp:

* Ưu điểm:

- Mạch chỉ cần thyristor thông thường
- Nếu số xung áp chỉnh lưu lớn, dạng áp trên tải có dạng gần như sin.
- Tổn hao phát sinh do đóng ngắt linh kiện thấp.
- Không cần mạch lọc trung gian nên có hiệu suất cao.
- Nếu sự cố xảy ra trong quá trình chuyển mạch ở một pha nào đó, bộ biến tần vẫn tiếp tục hoạt động bình thường dù lưới điện bị biến dạng.

*** Khuyết điểm:**

- Số linh kiện sử dụng nhiều do đó mạch điều khiển phức tạp.
- Do mạch làm việc trên nguyên lý điều khiển pha của bộ chỉnh lưu nên hệ số công suất thấp.

5.4/ So sánh biến tần trực tiếp và biến tần gián tiếp:

- Phạm vi hoạt động của điện áp ra: tương đối nhỏ với bộ biến tần trực tiếp và khá cao đối với bộ biến tần gián tiếp.
- Dạng sóng của điện áp ra: thuận lợi hơn đối với bộ biến tần trực tiếp.

- Phương pháp chuyển mạch: rất thuận tiện trong trường hợp bộ biến tần trực tiếp.
- Quá trình chuyển mạch độc lập của bộ biến tần gián tiếp đòi hỏi ít chi tiết bán dẫn hơn so với biến tần trực tiếp.

VD: bộ biến tần gián tiếp 3 pha gồm 12 thyristor chính và các bộ chuyển mạch. Bộ biến tần trực tiếp 3 pha gồm các bộ chỉnh lưu 6 xung đòi hỏi đến 36 thyristor.

- Hệ số công suất: tốt nhất trong bộ biến tần gián tiếp sử dụng phương pháp điều khiển độ rộng xung của điện áp ra (PWM).

Các bộ biến tần trong thực tế

Các họ sản phẩm biến tần Omron





Các họ sản phẩm biến tần Omron

Đặc tính	3G3JV	3G3MV	3G3RV
Công suất	0.1 → 3.7 kW	0.1 → 7.5 kW	0.4 → 160 kW
Cấp điện áp	3 pha 200VAC; 1 pha 200VAC; 3 pha 400VAC		3 pha 200VAC; 3 pha 400VAC
Tần số điều khiển	0.1 → 400 Hz	0.1 → 400 Hz	CT: 0.01 → 150 Hz VT: 0.01 → 400 Hz
Độ phân giải tần số	0.01 Hz		
Phương pháp điều khiển	Điều rộng xung sóng sin (Điều khiển V/f)	Điều rộng xung sóng sin (Điều khiển V/f hoặc vector)	Điều rộng xung sóng sin
Tần số sóng mang	2.5 → 10.0 kHz (Điều khiển vector)		2.0 → 15 kHz
Chức năng bảo vệ	Bảo vệ quá dòng tức thời; Bảo vệ quá tải; Bảo vệ quá áp; Bảo vệ thấp áp; Làm mát; Bảo vệ nối đất; ...		
Cấp bảo vệ	IP20		

33

Các phím chức năng



: Màn hình hiển thị dữ liệu (gồm 4 led bảy đoạn).



: Nút điều chỉnh tần số (khoảng cài đặt từ 0Hz đến tần số lớn nhất).



: Dừng để kiểm tra quan sát và cài đặt tần số chuẩn.



: Tần số dòng điện ba pha ở ngõ ra.



: Cường độ dòng điện tải ngõ ra có thể được giám sát kiểm tra.

34

Các Phím chức năng



MNTR

: Giám sát những giá trị cài đặt từ thông số U-01 đến U-18.

F/R

: (Forward/ Reverse) chiều quay thuận / chiều quay ngược.

LO/Re

: Hoạt động của biến tần thông qua bộ vận hành số hoặc theo những thông số cài đặt, có thể được lựa chọn trong lúc đèn hiển thị sáng.

PRGM

: Những thông số nằm trong từ n001 đến n179, có thể được cài đặt hoặc kiểm tra trong lúc đèn hiển thị sáng.

➤ **Các nút nhấn :**



: (Mode) phím chọn các thông số hiển thị trên màn hình theo tuần tự. Thông số đang được thiết lập sẽ mất đi, nếu phím này được nhấn trước khi nhập giá trị cài đặt.



: (Increment key) dùng tăng giá trị cài đặt các thông số, số lượng thông số.

35

Các phím chức năng



: (Decrement key) dùng giảm giá trị cài đặt các thông số, số lượng thông số .



: Phím để nhập các thông số đã chọn vào máy sau khi cài đặt hoặc thay đổi.



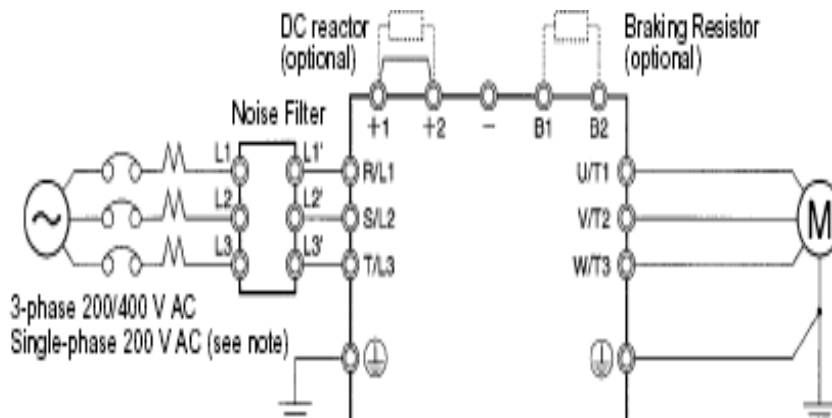
: phím điều khiển chạy tại chỗ.



: Phím dừng tại chỗ hay phục hồi trạng thái của hệ thống khi bị sự cố, phím Stop sẽ bị vô hiệu hóa khi tham số n007 không được cài đặt.

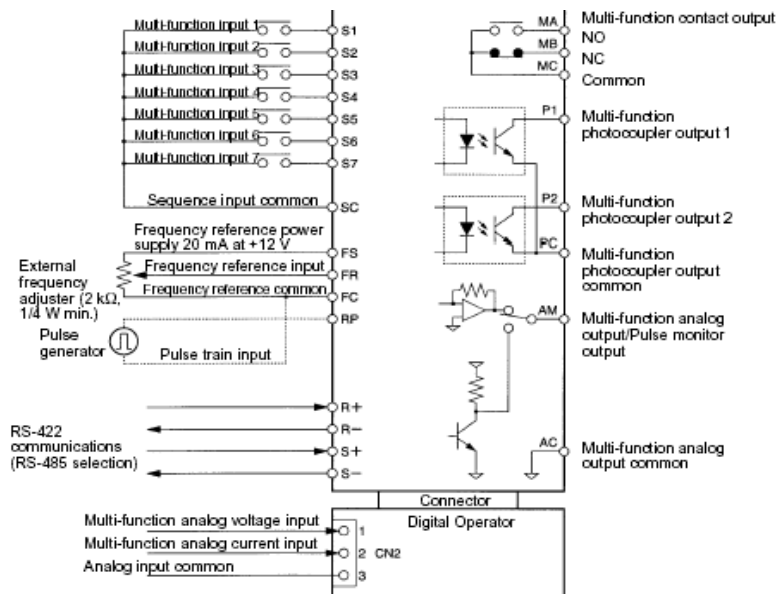
36

Sơ Đồ đấu Dây



37

Sơ Đồ đấu Dây



38

Chức năng các ngõ điều khiển



Ký hiệu	Tên	Mô tả
R/L1	Điểm đầu vào nguồn Cung cấp	3G3MV – A 2 □ : 3pha 200 + 230VAC 3G3MV – AB □ : 1pha 200 + 240VAC 3G3MV – A4 □ : 3pha 380 + 460VAC
S/L2		
T/L3		
U/T1	Điểm ngõ vào động cơ	Ngõ ra nguồn 3 pha cung cấp cho động cơ chạy 3G3MV – A 2 □ : 3pha 200 + 230VAC 3G3MV – AB □ : 1pha 200 + 240VAC 3G3MV – A4 □ : 3pha 380 + 460VAC
V/T2		
W/T3		
B1	Điểm kết nối điện trở để xả điện khi ngắt nguồn ra	
B2		
+ 1	Điểm kết nối +1 và +2	Kết nối hồi tiếp DC cho việc loại trừ Sóng hài đến điểm +1 và +2 Khi biến tần đang chạy với nguồn DC, ngõ vào nguồn đến điểm +1 và - cấp
+ 2	Điểm kết nối phản hồi DC	
-	+1 và - : điểm ngõ vào nguồn DC cung cấp	
	Điểm nối Max	3G3MV – A 2 □ : Điện trở ở Max 100 Ohm hoặc ít hơn 3G3MV – AB □ : : Điện trở ở Max 100 Ohm hoặc ít hơn 3G3MV – A4 □ : Điện trở ở Max 10 Ohm hoặc ít hơn

39

Chức năng các ngõ điều khiển



Ký hiệu	Tên	Đặc tính
.Ngõ vào	S1	Contact ngõ vào đa chức năng 1 (chiều quay thuận / dừng)
	S2	Contact ngõ vào đa chức năng 2 (chiều quay nghịch / dừng)
	S3	Contact ngõ vào đa chức năng 3 (lỗi bên ngoài : thường mở)
	S4	Contact ngõ vào đa chức năng 4 (lỗi Reset)
	S5	Contact ngõ vào đa chức năng 5 (Đa cấp tốc độ danh định 1)
	S6	Contact ngõ vào đa chức năng 6 (Đa cấp tốc độ danh định 2)
	S7	Contact ngõ vào đa chức năng 7 (lệnh đo tần số)
	SC	(Switch common) Điểm chung của các Contact
	FS	(Frequency Source) Nguồn điện để điều chỉnh tần số
	FR	(Frequency Reference) Điện thế cho ra tần số chuẩn
	FC	(Frequency common) Điểm chung của nguồn chỉnh tần số

40

Chức năng các ngõ điều khiển



	RP	Ngõ vào chuỗi xung	Tín hiệu tần số: 0 đến 33KHz (30 % đến 70 % ED) H : 3.5 đến 13.2 v L : 0.8 V max
CN2	1	Điện áp ngõ vào đa chức năng analog	Ngõ vào điện áp (giữa điểm 1 và 3): 0 đến 10V DC Dòng điện ngõ vào (giữa điểm 2 và 4): 4 đến 20mA
	2	Dòng điện ngõ vào đa chức năng analog	
	3	Ngõ vào chung đa chức năng analog	
Ngõ Ra	MA	Contact ngõ ra đa chức năng (Thường mở : trong suốt quá trình vận hành)	Ngõ ra trì hoãn 1 A max ở 30V AC 1A max ở 250VAC
	MB	Contact ngõ ra đa chức năng (Thường đóng : trong suốt quá trình vận hành)	
	MC	Contact chung ngõ ra đa chức năng	
	P1	Ngõ ra bộ ghép quang đa chức năng 1	Ngõ ra cực góp mở 50A max ở 48V AC
	P2	Ngõ ra bộ ghép quang đa chức năng 2	
	PC	Ngõ ra chung bộ ghép quang đa chức năng	

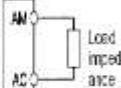
41

Chức năng các ngõ điều khiển



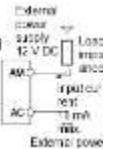
Tín Hiệu truyền	AM	Ngõ ra đa chức năng analog	RS – 422/484
	AC	Ngõ ra chung đa chức năng analog	
	R+	Bộ đảo ngược phụ	
	R-		
	S+		
S-			

Ngõ ra analog: 2mA max ở 0 đến 10V DC	
Xung ngõ ra (max. điện áp ngõ ra: 12VDC)	
- Khi được sử dụng như điện áp ngõ ra	
Output voltage (insulation type)	Load impedance
+5 V	1.5 kΩ min
+10 V	10 kΩ min



Khi nguồn cung cấp bên ngoài được sử dụng

When External Power Supply is Used	
External power supply (V)	Load impedance (kΩ)
12 VDC (100mA)	16 kΩ min



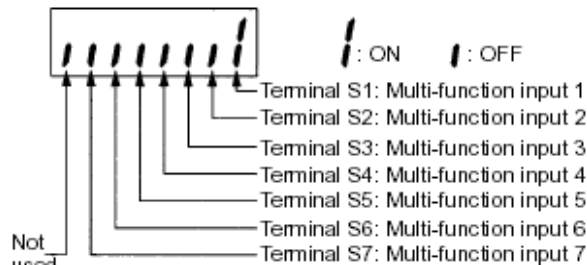
42

Giám Sát



Trạng thái hiển thị :

- U-01: Hiển thị tần số ngõ vào (Same as FREF).
- U-02: Hiển thị tần số ngõ ra (Same as FOUT).
- U-03: Hiển thị dòng điện ngõ ra (Same as IOU).
- U-04: Hiển thị điện áp ngõ ra bên trong của biến tần.
- U-05: Hiển thị điện áp DC bên trong mạch chính của biến tần.
- U-06: Hiển thị trạng thái ON/OFF ở ngõ vào

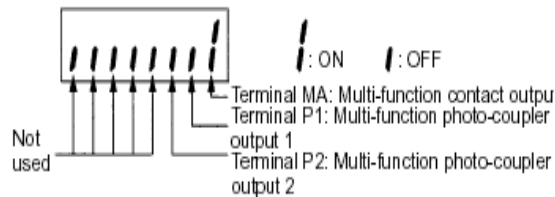


43

Giám sát



- U-07 : trạng thái ngõ ra
- Hiển thị trạng thái ON/OFF ngõ ra.



- MA : Contact chuyển đa năng ở ngõ ra
- P1 : Ngõ ra bộ ghép quang đa năng 1

- P1 : Ngõ ra bộ ghép quang đa năng 1
- P2 : Ngõ ra bộ ghép quang đa năng 2
- U-08 : Hiển thị Moment(hiển thị % tốc độ định mức của Motor, chỉ áp dụng cho kiểu điều khiển vector)

44

Giám sát



U-09 : Lỗi sai sót (Một lỗi gần nhất)
Bốn lỗi gần nhất có thể được kiểm tra.



U-10 : phần mềm (chỉ sử dụng OMRON)

U-11 : Công suất ngõ ra

U-12 : Thời gian tích lũy trong vận hành.

U-15 : Lỗi cáp truyền.

U-16 : Hồi tiếp PID (Hiển thị điều khiển hồi tiếp PID : tần số lớn nhất là 100%).

U-17 : Ngõ vào PID (Hiển thị điều khiển PID ở ngõ vào : Tần số lớn nhất là 100%).

U-18 : Ngõ ra PID (Hiển thị PID ở ngõ ra : Tần số lớn nhất là 100%).

45