

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

TRẦN THỊ HOÀN

**NGHIÊN CỨU BỘ BIẾN ĐỔI XOAY CHIỀU – MỘT
CHIỀU BỐN GÓC PHẦN TƯ**

CHUYÊN NGÀNH: TỰ ĐỘNG HÓA

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS BÙI QUỐC KHÁNH

MỤC LỤC

MỤC LỤC	1
DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT	3
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	4
MỞ ĐẦU	7
CHƯƠNG 1 PHÂN TÍCH NHƯỢC ĐIỂM TRUYỀN ĐỘNG T – Đ ĐẢO CHIỀU	8
1.1. Giới thiệu về hệ truyền động Thiristo – Động cơ một chiều (T-Đ)	8
1.1.1. Chế độ dòng liên tục	9
1.1.2. Hiện tượng chuyển mạch	11
1.1.3. Chế độ dòng điện gián đoạn	13
1.2. Phân tích sóng hài bậc cao	16
1.3. Dòng điện gián đoạn	19
1.4. Quá trình đảo chiều ở hệ T- Đ	21
1.4.1. Mạch lực	21
1.4.2. Phân tích đảo chiều	22
1.5. Kết luận	27
CHƯƠNG 2 PHÂN TÍCH NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA CHỈNH LƯU BIẾN ĐIỀU ĐỘ RỘNG XUNG	28
2.1. Đặt vấn đề	28
2.2. Cấu trúc mạch lực FQR (Three- phase Four- quadrant PWM rectifier)	28
2.2.1. Bộ lọc đầu vào	29
2.2.2. Bộ biến đổi	30
2.3. Điều chế vector không gian	30
2.3.1. Khái niệm vector không gian và vector chuẩn	30
2.3.2. Xây dựng phương pháp điều chế vector không gian	33
2.3.2.1. Xác định vector biên chuẩn	33
2.3.2.2. Xác định vector i_{ref} thuộc sector nào	34
2.3.2.3. Xác định tỉ số điều biến d_1, d_2	36
2.3.2.4. Xác định mẫu xung cho từng sector	38
2.4. Kết luận	46

<i>CHƯƠNG 3 ỨNG DỤNG CHỈNH LƯU PWM CHO TRUYỀN ĐỘNG ĐẢO CHIỀU ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU</i>	47
3.1. Đặt vấn đề.....	47
3.2. Xây dựng cấu trúc điều khiển bốn góc phần tư FQR (Four – Quadrant PWM Rectifier) cho động cơ một chiều DC	47
3.3. Thiết kế bộ điều chỉnh	48
3.3.1. Động cơ một chiều.....	48
3.3.2. Tổng hợp mạch vòng dòng điện.....	49
3.3.3. Số hóa bộ điều chỉnh.....	52
3.4. Điều khiển công suất phản kháng và công suất tác dụng.....	53
<i>CHƯƠNG 4 MÔ PHỎNG VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM</i>	55
4.1. Mô phỏng bộ chỉnh lưu ba pha bốn góc phần tư.....	55
4.1.1. Mô hình mô phỏng chỉnh lưu PWM	55
4.1.2. Kết Quả mô phỏng.....	58
4.2. Xây dựng mô hình thực nghiệm	68
4.2.1. Cấu trúc thực nghiệm	68
4.2.1.1. Giới thiệu về card điều khiển 1104 của hãng dSPACE	70
4.2.1.2. Phần mềm Control Desk	71
4.2.1.3. Card giao diện và hệ thống đo lường	71
4.2.2. Quá trình thực nghiệm tại phòng thí nghiệm.....	73
4.2.3. Kết quả thực nghiệm.....	74
4.3. Kết luận:	78
<i>TÀI LIỆU THAM KHẢO</i>	79

DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT

i_{dc}	Giá trị dòng điện một chiều
u_{dc}	Giá trị điện áp một chiều
i_{ref}	Giá trị dòng điện chỉnh lưu
i_{α}, i_{β}	Thành phần vector dòng điện trên hệ trục tọa độ $\alpha\beta$
f	Tần số
R_A	Điện trở phần ứng
L_A	Điện cảm phần ứng
M	Động cơ một chiều
ω	Tốc độ quay của động cơ
ω^*	Giá trị tốc độ đặt
i_{sd}	Thành phần vector dòng điện vào bộ chỉnh lưu trên hệ trục tọa độ d - q
i_{sq}	Thành phần vector dòng điện vào bộ chỉnh lưu trên hệ trục tọa độ d - q
P	Công suất tác dụng
Q	Công suất phản kháng
RI	Khâu điều chỉnh dòng điện
$R\omega$	Khâu điều chỉnh tốc độ
THD	Hệ số méo dạng dòng điện
BBĐ	Bộ biến đổi
MBA	Máy biến áp
PLL	Khởi đồng pha
LC	Mạch lọc LC
DC	Động cơ một chiều
ADC	Bộ chuyển đổi tương tự số (<u>A</u> nalog -to <u>D</u> igital <u>C</u> onverter)
I/O	Cổng vào ra (<u>I</u> nput/ <u>O</u> utput)
PWM	Điều chế độ rộng xung (viết tắt của <u>P</u> ulse <u>W</u> idth <u>M</u> odulation)
SVM	Điều biến vector không gian (viết tắt của <u>S</u> pace <u>V</u> ector <u>M</u> odulation)
FQR	Bộ chỉnh lưu điều biến độ rộng xung ba pha bốn góc phần tư (Three-phase <u>F</u> our- <u>Q</u> uadrant PWM <u>R</u> ectifier)

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

- Hình 1.1 Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động Thyristor – Động cơ một chiều
- Hình 1.2 Sơ đồ nối dây và sơ đồ thay thế của chỉnh lưu tia ba pha.
- Hình 1.3 Chỉnh lưu hình tia ba pha.
a) Đặc tính điều chỉnh
b) Đồ thị thời gian.
- Hình 1.4 Hiện tượng chuyển mạch giữa các van $T_1 T_2$
- Hình 1.5 Quan hệ giữa góc chuyển mạch μ và góc điều khiển α ứng với các dòng điện chỉnh lưu khác nhau.
- Hình 1.6 Chế độ dòng điện gián đoạn và biên liên tục.
- Hình 1.7 Mô hình chỉnh lưu 3 pha dùng Tiristor
- Hình 1.8 Phân tích phổ dòng điện đầu vào i_A & i_B ($\alpha = 0^\circ$)
- Hình 1.9 Phân tích phổ dòng điện đầu vào i_A & i_B ($\alpha = 60^\circ$)
- Hình 1.10 Phân tích phổ dòng điện đầu vào i_A & i_B ($\alpha = 90^\circ$)
- Hình 1.11 Ảnh hưởng của m,L khi chỉnh lưu
a) Ba pha hình tia
b) Ba pha hình cầu
- Hình 1.12 Sơ đồ hệ T-Đ đảo chiều dùng hai bộ biến đổi điều khiển riêng
- Hình 1.13 Mô hình khâu LOG
- Hình 1.14 Diễn biến quá trình đảo chiều.
- Hình 1.15 Mô hình mô phỏng quá trình đảo chiều động cơ
- Hình 1.16 Đặc tính tốc độ (rad/s)
- Hình 1.17 Đặc tính điện áp chỉnh lưu U_d
- Hình 1.18 Đặc tính điện áp chỉnh lưu U_d giai đoạn đảo chiều
- Hình 2.1 Cấu trúc mạch chỉnh lưu bốn góc phần tư
- Hình 2.2 Sơ đồ thay thế bộ biến đổi bốn góc phần
- Hình 2.3 Đặc tính của van bán dẫn lý tưởng
- Hình 2.4 Sơ đồ thay thế bộ biến đổi hai góc phần tư
- Hình 2.5 Vector không gian dòng xoay chiều đầu vào khi $I_{dc} > 0$
- Hình 2.6 Vector không gian dòng xoay chiều đầu vào khi $I_{dc} < 0$

- Hình 2.7 Lược đồ lựa chọn sector
- Hình 2.8 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 1
- Hình 2.9 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 2
- Hình 2.10 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 3
- Hình 2.11 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 4
- Hình 2.12 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 5
- Hình 2.13 Vector dòng điện và thời gian đóng cắt mỗi van trong sector 6
- Hình 3.1 Cấu trúc điều khiển FQR
- Hình 3.2 Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập.
- Hình 3.3 Mô hình động cơ một chiều kích từ độc lập
- Hình 3.4 Sơ đồ cấu trúc mạch vòng dòng điện.
- Hình 3.5 Sơ đồ cấu trúc mạch vòng tốc độ.
- Hình 3.6 Khâu điều chỉnh PI số
- Hình 3.7 Mối liên hệ giữa các thành phần trong tọa độ quay
- Hình 4.1 Mô hình mô phỏng
- Hình 4.2 Mô hình mạch lực.
- Hình 4.3 Khối phát xung PWM
- Hình 4.4 Khối chuyển vị tọa độ $abc \rightarrow dq$
- Hình 4.5 Khối chuyển vị tọa độ $dq \rightarrow \alpha\beta$
- Hình 4.6 Cấu trúc chi tiết khối tính chọn góc theta
- Hình 4.7 Đặc tính tốc độ động cơ
- Hình 4.8 Đặc tính dòng điện đầu vào
- Hình 4.9 Phân tích phổ dòng điện đầu vào sau lọc LC
- Hình 4.10 Đặc tính điện áp đầu vào
- Hình 4.11 Góc chuyển vị cho hệ tọa độ quay
- Hình 4.12 Đặc tính điện áp một chiều.
- Hình 4.13 Đặc tính điện áp một chiều lúc đảo chiều
- Hình 4.14 Đặc tính dòng điện một chiều
- Hình 4.15 Đặc tính mô men động cơ
- Hình 4.16 Đặc tính tốc độ động cơ giai đoạn có đảo chiều
- Hình 4.17 Đặc tính dòng điện đầu vào

- Hình 4.18 Phân tích phổ dòng điện đầu vào sau lọc LC
- Hình 4.19 Đặc tính điện áp đầu vào
- Hình 4.20 Góc chuyển vị cho hệ tọa độ quay
- Hình 4.21 Đặc tính điện áp một chiều.
- Hình 4.22 Đặc tính điện áp một chiều lúc ổn định
- Hình 4.23 Đặc tính dòng điện một chiều
- Hình 4.24 Đặc tính mô men động cơ
- Hình 4.25 Cấu trúc thực nghiệm tổng quát
- Hình 4.26 Mô hình thực nghiệm
- Hình 4.27 Nguồn cấp cho sơ cấp MBA xung
- Hình 4.28 Nguyên lí của mạch nguồn cho một driver
- Hình 4.29 Nguyên lí driver phát xung cho van MOSFET
- Hình 4.30 Cấu trúc R&D DS1104 Mô hình cấu trúc
- Hình 4.31 Giao diện của card ds1104 với ngoại vi
- Hình 4.32 Giao diện điển hình dùng DS1104
- Hình 4.32 Môi liên hệ giữa các phần mềm điều khiển
- Hình 4.34 Mô hình thực nghiệm chỉnh lưu
- Hình 4.35 Ba pha mạch chỉnh lưu.
- Hình 4.36 Một pha của mạch chỉnh lưu
- Hình 4.37 Giao diện theo dõi các tín hiệu và tham số
- Hình 4.38 Đặc tính tốc độ
- Hình 4.39 Góc chuyển vị cho hệ tọa độ quay
- Hình 4.40 Điện áp đầu vào
- Hình 4.41 Dạng xung cho 6 van
- Hình 4.42 Tín hiệu vào và tín hiệu mở van

MỞ ĐẦU

Ngày nay với sự phát triển nhanh chóng của khoa học kỹ thuật và công nghệ trên thế giới, Việt Nam đang từng ngày hội nhập với nền kinh tế thế giới và tiếp nhận những thành tựu mới nhất của khoa học và công nghệ. Đặc biệt trong ngành công nghiệp điện tử, các thiết bị điện tử công suất được sản xuất ngày càng nhiều. Và các ứng dụng của nó trong công nghiệp và đời sống hằng ngày phát triển hết sức mạnh mẽ.

Hiện nay, việc điều khiển động cơ một chiều thường sử dụng bộ biến đổi Tiristor truyền thống: Xung áp một chiều, chỉnh lưu tiristor ... với nhiều nhược điểm: Dòng đầu vào chứa nhiều sóng hài bậc cao, quá trình đảo chiều diễn ra chậm, logic đảo chiều phức tạp. Để khắc phục những nhược điểm trên người ta nghiên cứu các phương pháp mới. Một trong những phương án đó là phương pháp chỉnh lưu PWM ba pha bốn góc phần tư.

Xuất phát từ thực tế đó tôi đã chọn đề tài nghiên cứu khoa học: **“Nghiên cứu bộ biến đổi xoay chiều – một chiều bốn góc phần tư”**.

Luận văn gồm có 4 chương:

Chương 1: Phân tích nhược điểm truyền động T – Đ đảo chiều

Chương 2: Phân tích nguyên lý làm việc của chỉnh lưu biến điệu độ rộng xung

Chương 3: Ứng dụng chỉnh lưu PWM cho truyền động đảo chiều động cơ một chiều

Chương 4: Mô phỏng và thực nghiệm

Đề tài đã được hoàn thành, ngoài sự nỗ lực của bản thân còn có sự chỉ bảo, giúp đỡ động viên của các thầy cô giáo, gia đình, bạn bè và đồng nghiệp. Tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất đến **PGS.TS Bùi Quốc Khánh**, người đã luôn động viên, khích lệ và tận tình hướng dẫn tôi trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Các vấn đề được đề cập đến trong quyển luận văn này chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, tôi mong nhận được lời đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp.

Xin trân trọng cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày 30 tháng 7 năm 2009

Tác giả

Trần Thị Hoàn

CHƯƠNG 1

PHÂN TÍCH NHƯỢC ĐIỂM TRUYỀN ĐỘNG T – Đ ĐÀO CHIỀU

1.1. Giới thiệu về hệ truyền động Thiristo – Động cơ một chiều (T-Đ)

Trong hệ thống truyền động thyristor - động cơ một chiều (T- Đ), bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển có sđđ E_d phụ thuộc vào giá trị của pha xung điều khiển (góc điều khiển). Chỉnh lưu có thể dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phản ứng hoặc dòng điện kích thích động cơ. Tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp, để phân biệt chúng có thể căn cứ vào các dấu hiệu sau đây:

- Số pha: 1 pha, 3 pha, 6 pha v.v....
- Sơ đồ nối: hình tia, hình cầu, đối xứng, và không đối xứng
- Số nhịp: Số xung áp đập mạch trong thời gian một chu kỳ điện áp nguồn:
- Khoảng điều chỉnh: là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ $[U_d, I_d]$:
- Chế độ năng lượng: chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc:
- Tính chất dòng tải: liên tục, gián đoạn.
- Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và vào các tính chất của tải, trong truyền động điện, tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ (L-R) hoặc là mạch phản ứng động cơ (L-R-E). Để tìm hiểu hoạt động của hệ T-Đ ta hãy phân tích một sơ đồ chỉnh lưu hình tia ba pha mà sơ đồ thay thế được vẽ trên Hình 1.2, trong đó:

E- sđđ quay của động cơ

u_{21}, u_{22}, u_{23} – sđđ thứ cấp máy biến áp nguồn,

L, L_x - điện cảm mạch một chiều (kể cả điện trở dây quấn thứ cấp máy biến áp

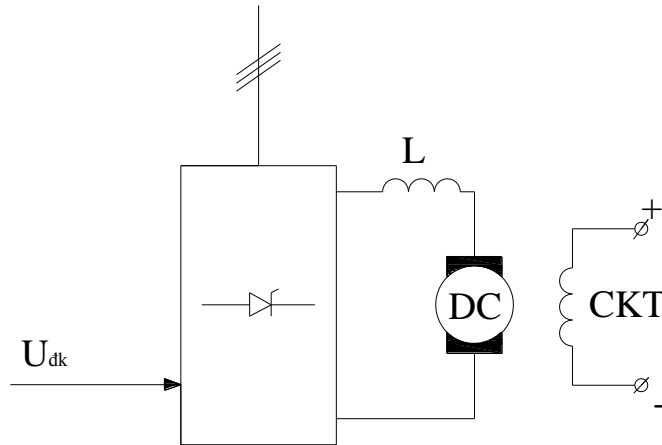
R- điện trở mạch một chiều (kể cả điện trở dây quấn thứ cấp máy biến áp đã quy đổi)

$$L = L_u + L_k$$

$$R = R_{ba} + R_u \pm R_k$$

$$L_{ba} = L_2 + L_1(W_1/W_2)^2 \quad (1-1)$$

$$R_{ba} = R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2$$



Hình 1.1. Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động Thyristor – Động cơ một chiều

1.1.1. Chế độ dòng liên tục

Khi dòng điện chỉnh lưu i_d là liên tục thì có thể dựng được đồ thị các quá trình dòng điện và điện áp như trên Hình 1.3. Sđđ chỉnh lưu là những đoạn hình sin nối tiếp nhau, giá trị trung bình của sđđ chỉnh lưu được tính như sau:

$$E_d = \frac{m}{2\pi} \int_{\alpha}^{\alpha + 2\pi/m} U_{2m} \sin \theta d\theta = E_{do} \cos \alpha \quad (1-2)$$

Trong đó:

$$\theta = \omega_e t$$

$$\alpha = \alpha_0 - \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m} \right)$$

$$E_{do} = \frac{m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} U_{2m}$$

Trong đó:

ω_0 - tần số góc của điện áp xoay chiều;

α - góc mở van (hay góc điều khiển) tính từ thời điểm chuyển mạch tự nhiên

α_0 - góc điều khiển tính từ thời điểm sđđ xoay chiều bắt đầu dương;

m - số xung áp đập mạch trong một chu kỳ điện áp xoay chiều