

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**NGUYỄN VĂN THẢO**

**MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG CẤU TRÚC ĐIỀU KHIỂN  
MÁY PHÁT KHÔNG ĐỒNG BỘ NGUỒN KÉP KHI XẢY RA  
LỖI LƯỚI KHÔNG ĐỐI XỨNG**

**2012**

# MỤC LỤC

MỤC LỤC .....	i
LỜI CAM ĐOAN .....	iv
LỜI CẢM ƠN.....	v
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	vi
DANH SÁCH BẢNG.....	vii
DANH SÁCH HÌNH VẼ.....	viii
LỜI MỞ ĐẦU .....	x
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	x
2. Mục đích của đề tài.....	x
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	xi
4. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn. ....	xi
5. Cấu trúc luận văn.....	xi
CHƯƠNG 1 .....	1
MÔ HÌNH HÓA LỖI LƯỚI ĐỐI XỨNG VÀ KHÔNG ĐỐI XỨNG. ....	1
1.1 Một số khái niệm về các trạng thái làm việc không bình thường của lưới điện .....	1
1.2 Mô hình hóa lỗi lưới không đối xứng.....	2
1.2.1 Phép biến đổi hệ tọa độ.....	2
1.2.2 Phép biến đổi Park của hệ thống ba pha không đối xứng.....	4
1.3 Mô hình hóa lỗi lưới đối xứng.....	10
CHƯƠNG 2.....	12
MÔ HÌNH MÁY PHÁT KHÔNG ĐỒNG BỘ NGUỒN KÉP .....	12
2.1. Đặt vấn đề.....	12
2.1.1.Cấu tạo của máy phát không đồng bộ nguồn kép:.....	13
2.1.2. Nguyên lý hoạt động MPKĐBNK.....	15
2.1.3. Phạm vi hoạt động MPKĐBNK .....	16
2.2 Mô hình toán của máy phát không đồng bộ nguồn kép. ....	17

CHƯƠNG 3 .....	24
NGHIÊN CỨU TÌM HIỂU CẤU TRÚC ĐIỀU KHIỂN MÁY PHÁT KHÔNG ĐỒNG BỘ NGUỒN KÉP .....	24
3.1 Tổng quan về các cấu trúc điều khiển MPĐKĐBNK .....	24
3.2 Cấu trúc điều khiển tuyến tính.....	25
3.2.1 Mô hình dòng rotor .....	25
3.2.2 Điều khiển cách ly công suất tác dụng P và công suất kháng Q bằng bộ điều chỉnh dòng hai chiều.....	26
3.2.3 Các biến điều khiển công suất hữu công và công suất phản kháng phía máy phát .....	28
3.3 Cấu trúc điều khiển phi tuyến.....	30
3.3.1 Cấu trúc bộ điều khiển .....	31
3.3.2 Bộ điều khiển tựa thụ động.....	33
3.3.2.1 Tổng hợp bộ điều chỉnh dòng $i_{rd}$ .....	34
3.3.2.2 Tổng hợp bộ điều chỉnh dòng $i_{rq}$ .....	35
3.4 Các khâu tính toán giá trị thực và đặt.....	37
3.5 Hòa đồng bộ máy phát lên lưới. ....	39
3.5.1 Điều kiện cùng tần số. ....	39
3.5.2 Điều kiện trùng pha.....	41
3.5.3 Điều kiện trùng biên độ điện áp.....	42
3.6 Mô hình và cấu trúc điều khiển phía lưới.....	42
3.6.1 Mô hình phía lưới .....	42
3.6.2 cấu trúc điều khiển phía lưới .....	45
CHƯƠNG 4.....	48
MÔ PHÒNG MỘT SỐ CHẾ ĐỘ LỖI LƯỚI.....	48
4.1 Kết quả mô phỏng .....	48
4.1.1 Sơ đồ mô phỏng hệ thống máy phát điện sức gió.....	49
4.1.2 Các kết quả mô phỏng khi lỗi lưới. ....	55
4.1.2.1 Các kết quả mô phỏng trong chế độ làm việc bình thường.....	56
4.1.2.2 Các kết quả mô phỏng của hệ thống trong chế độ làm việc lỗi lưới đối xứng.....	58

4.1.2.3 Các kết quả mô phỏng của hệ thống trong chế độ làm việc lỗi lưới không đối xứng .....	60
4.2 Kết luận và kiến nghị:.....	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	64

## LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tác giả. Ngoài các tài liệu tham khảo đã được trích dẫn, các số liệu và kết quả mô phỏng, thực nghiệm được thực hiện dưới sự hướng dẫn của **GS.TSKH. Nguyễn Phùng Quang** là trung thực.

Thái nguyên, ngày 15 tháng 11 năm 2012

**Tác giả luận văn**

**Nguyễn Văn Thảo**

## LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian hơn 2 năm học và tập nghiên cứu tại Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên tôi đã được giao đề tài luận văn tốt nghiệp với nội dung: **“Mô hình hóa và mô phỏng cấu trúc điều khiển máy phát không đồng bộ nguồn kép khi xảy ra lỗi lưới không đối xứng”**. Với sự giúp đỡ ủng hộ của các thầy cô giáo, các bạn bè đồng nghiệp, gia đình cũng như sự nỗ lực của bản thân đến nay tôi đã hoàn thành bản luận văn với đầy đủ nội dung của đề tài.

Tuy nhiên, do còn hạn chế về kiến thức, tài liệu tham khảo và trình độ ngoại ngữ, đồng thời thời gian nghiên cứu không dài cũng như đây là một lĩnh vực còn tương đối mới mẻ nên bản luận văn của tôi sẽ không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Tôi rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô giáo, bạn bè đồng nghiệp và những ai quan tâm đến vấn đề này để bản luận văn được hoàn chỉnh và có ý nghĩa hơn.

Tác giả xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn **GS.TSKH.Nguyễn Phùng Quang** đã trang bị kiến thức, dẫn dắt, chỉ bảo và động viên tác giả hoàn thành luận văn này.

Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy cô giáo, các cán bộ giảng dạy thuộc Khoa Điện Trường Đại học KTCN Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như nghiên cứu thực hiện luận văn.

Toàn thể các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình và người thân đã quan tâm, động viên, giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận văn.

**Tác giả luận văn**

**Nguyễn Văn Thảo**

# DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT

BBĐ	Bộ biến đổi
BĐK	Bộ điều khiển.
CL	Chỉnh lưu
DFIG	Double fed induction generator
ĐC	Điều chỉnh
ĐK	Điều khiển
J	Mômen quán tính
MP	Máy phát
MPKĐBNK	Máy phát không đồng bộ nguồn kép
NL	Nghịch lưu
PBC	Passivity – Based Control
TTGTĐ	Tính toán giá trị đặt
THD	Total harmonic distortion
$Z_p$	Số cực đôi của máy phát
$i_{rd}, i_{rq}, i_{sd}, i_{sq}$	Các thành phần dòng điện rotor, stator trong hệ tọa độ dq
$i_{r\alpha}, i_{r\beta}$	Các thành phần dòng điện stator trong hệ tọa độ $\alpha\beta$
$u_{rd}^{PBC}, u_{rq}^{PBC}$	Các thành phần điện áp rotor đầu ra của bộ điều chỉnh tựa theo thụ động trong hệ tọa độ dq
$u_{rd}, u_{rq}, u_{sd}, u_{sq}$	Các thành phần điện áp rotor, stator trong hệ tọa độ dq
$L_m$	Điện cảm hỗ cảm giữa stator và rotor
$L_r = L_m + L_{\sigma r}$	Điện cảm rotor
$L_s = L_m + L_{\sigma s}$	Điện cảm stator
$L_{\sigma s}$	Điện cảm tản rotor
$L_{\sigma r}$	Điện cảm tản stator
$R_r$	Điện trở rotor
$R_s$	Điện trở stator
$m_G$	Mômen máy phát
$u_N, u_s, u_r$	Vector điện áp phía lưới, stator, rotor

## DANH SÁCH BẢNG

Bảng 4.1.1: Các thông số của MPKĐBNK.....	48
---	----



# DANH SÁCH HÌNH VẼ

1.1.1	Hình 1.1: Sơ đồ đấu dây và điện áp stator của ĐCDB ba pha	3
1.1.2	Hình 1.2:a, Biểu diễn các đại lượng ba pha trên hệ trục tọa độ cố định b, sự biến đổi giữa các hệ trục $\alpha\beta$ và $dq$	5
2.1	Hình 2.1:Máy phát không đồng bộ nguồn kép	13
2.1.1	Hình 2.2: Đặc tính mômen, tốc độ làm việc của MPKĐBNK	14
2.1.2	Hình 2.3: Chiều của dòng năng lượng qua MPKĐBNK ở 2 chế độ. a. Chế độ dưới đồng bộ ; b. Chế độ trên đồng bộ	16
2.1.3	Hình 2.4:Phạm vi hoạt động của MPKĐBNK	17
2.2	Hình 2.5: Mô hình trạng thái liên tục của ĐCDB	20
2.2	Hình 2.6: Mô hình trạng thái liên tục của ĐCDB dưới dạng ma trận con	22
3.1	Hình 3.1: Các phương pháp điều khiển MPKĐBNK	23
3.2.2	Hình 3.2: Đặc tính vector, áp, từ thông của	26
3.2.3	Hình 3.3: Cấu trúc điều khiển phía máy phát	28
3.2.3	Hình 3.4: Hệ thống điều khiển phía MP sử dụng BDK tuyến tính	29
3.3.1	Hình 3.5: Sơ đồ khối điều khiển phía máy phát	30
3.3.1	Hình 3.6: Cấu trúc điều khiển phía máy phát	32
3.3.2.2	Hình 3.7 Sơ đồ điều chỉnh thông số dòng thành phần $i_{rq}$ tựa theo EL	36
3.3.2.2	Hình 3.8: Sơ đồ điều chỉnh thông số dòng thành phần $i_{rq}$ tựa theo EL	36
3.5.2	Hình 3.9: Quan hệ giữa các vector trong thực hiện hòa đồng bộ	40
3.6	Hình 3.10 : (a) Mạch điện phía lưới và (b) sơ đồ tương đương	42
3.6	Hình 3.11: Sơ đồ cấu trúc điều khiển phía lưới	45

4.1.1	Hình 4.1: Sơ đồ mô phỏng toàn hệ thống	48
4.1.1	Hình 4.2: Khối lưới, bộ biến đổi và máy phát không đồng bộ 3 pha rotor dây quấn	49
4.1.1	Hình 4.3: Các khối mô phỏng bên trong của lưới, máy phát và bộ biến đổi	50
4.1.1	Hình 4.4: Bộ biến đổi nghịch lưu phía lưới và phía máy phát (back to back converter)	50
4.1.1	Hình 4.5: Vòng điều khiển ngoài để tính toán giá trị mong muốn $i_{rd}^*$ và $i_{rq}^*$	51
4.1.1	Hình 4.6: Khối tính toán các giá trị dòng, áp, từ thông	52
4.1.1	Hình 4.7: Khối bộ điều khiển dòng rotor có kể đến dự báo dòng, hiệu chỉnh sai lệch	52
4.1.1	Hình 4.8: Khối tổng hợp bộ điều khiển dòng và giá trị	53
4.1.1	Hình 4.9: Khối hòa đồng bộ	53
4.1.1	Hình 4.10: Khối điều khiển phía lưới	54
4.1.2.1	Hình 4.11: Các kết quả mô phỏng của hệ thống trong chế độ làm việc bình thường	56
4.1.2.2	Hình 4.12: Các kết quả mô phỏng của hệ thống trong chế độ làm việc lỗi lưới đối xứng	58
4.1.2.3	Hình 4.13: Các kết quả mô phỏng của hệ thống trong chế độ làm việc lỗi lưới không xứng	60