

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



**HOÀNG BẢO AN**

**NGHIÊN CỨU GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ KỸ THUẬT KHI NỐI  
NGUỒN ĐIỆN GIÓ VÀO ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

*Thái Nguyên - 2019*

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



**HOÀNG BẢO AN**

**NGHIÊN CỨU GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ KỸ THUẬT KHI NÓI  
NGUỒN ĐIỆN GIÓ VÀO ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**PGS.TS. VÕ QUANG LẬP  
PHÒNG ĐÀO TẠO**

*Thái Nguyên - 2019*

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Hoàng Bảo An**.

Sinh ngày 10 tháng 04 năm 1993.

Học viên lớp cao học khóa 20 – Kỹ thuật điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Công ty THHH SamSung Display Việt Nam.

Sau hai năm học tập và nghiên cứu, được sự chỉ dạy giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo và đặc biệt là thầy giáo hướng trực tiếp dẫn thực hiện luận văn tốt nghiệp **PGS. TS. Võ Quang Lạp**. Tôi đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp: “Nghiên cứu giải quyết vấn đề kỹ thuật khi nối nguồn điện gió vào đường dây truyền tải”.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. 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 **PGS. TS. Võ Quang Lạp** là trung thực.

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2019.*

Học viên

HOÀNG BẢO AN

## LỜI CẢM ƠN

Sau một khoảng thời gian nghiên cứu và làm việc, được sự động viên giúp đỡ và hướng dẫn rất tận tình của thầy giáo **PGS. TS. Võ Quang Lạp**, luận văn với đề tài: “Nghiên cứu giải quyết vấn đề kỹ thuật khi nối nguồn điện gió vào đường dây truyền tải” đã hoàn thành.

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

Thầy giáo hướng dẫn: **PGS. TS. Võ Quang Lạp** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành được bản luận văn này.

Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy cô giáo Khoa Điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu khoa học thực hiện luận văn.

Toàn thể các học viên lớp Cao học Kỹ Thuật Điện khóa 20, đồng nghiệp, bạn bè, gia đình đã quan tâm, động viên và giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, tuy nhiên do trình độ và kinh nghiệm còn nhiều hạn chế nên có thể luận văn vẫn còn gặp phải một vài thiếu sót. Tác giả rất mong rằng sẽ nhận được những đóng góp ý kiến từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2019.*

Học viên

HOÀNG BẢO AN

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	ii\
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....	iii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ .....	vix
LỜI GIỚI THIỆU.....	- 1 -
1. Lý do chọn đề tài.....	- 1 -
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	- 1 -
3. Ý nghĩa khoa học và tính thực tiễn của đề tài.....	- 2 -
5. Phương pháp nghiên cứu.....	- 2 -
6. Các công cụ, thiết bị cần thiết cho nghiên cứu .....	- 2 -
<b>CHƯƠNG I. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ NGUỒN ĐIỆN GIÓ NỐI VÀO ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI.....</b>	<b>- 3 -</b>
I.1. GIỚI THIỆU VỀ NGUỒN ĐIỆN GIÓ .....	- 3 -
I.1.1. Đặt vấn đề .....	- 3 -
I.1.2. Năng lượng gió .....	- 4 -
I.1.3. Năng lượng gió trên thế giới.....	- 4 -
I.1.4. Năng lượng gió ở Việt Nam .....	- 6 -
I.2. MỘT SỐ SƠ ĐỒ VỀ NGUỒN ĐIỆN GIÓ .....	- 9 -
I.2.1. Sơ đồ khối .....	- 9 -
I.2.2. Một số sơ đồ hệ điều khiển máy điện chạy bằng sức gió .....	- 23 -
I.3. GIỚI THIỆU VỀ ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI TRUNG ÁP .....	- 27 -
* Đường dây trung áp.....	- 27 -
I.4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ KHI NỐI ĐIỆN GIÓ VỚI ĐƯỜNG DÂY .....	- 29 -
I.4.1. Tiêu chuẩn kết nối DG với đường dây .....	- 29 -
I.4.2. Phương pháp nối kết nối DG với đường dây.....	- 30 -
I.4.3. Kỹ thuật nối kết nối DG với đường dây .....	- 31 -
I.4.4. Các yêu cầu khi k ết nối DG với đường dây.....	- 32 -

* Kết luận chương I.....	- 36 -
<b>CHƯƠNG II. ẢNH HƯỞNG CỦA NGUỒN ĐIỆN GIÓ ĐẾN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI.....</b>	<b>- 37 -</b>
II.1. GIỚI THIỆU CHUNG .....	- 37 -
II.2. ẢNH HƯỞNG VỀ CHỈ TIÊU CÔNG SUẤT.....	- 37 -
II.3. ẢNH HƯỞNG CÁC VẤN ĐỀ VỀ ĐIỆN ÁP .....	- 41 -
II.3.1. Sự gia tăng điện áp .....	- 42 -
II.3.2. Sự suy giảm nhanh điện áp.....	- 43 -
II.3.3. Sự dao động điện áp .....	- 44 -
II.3.4. Độ không sin sóng điện áp (xuất hiện sóng hài bậc cao) .....	- 45 -
II.4. ẢNH HƯỞNG VỀ DÒNG ĐIỆN SỰ CỐ VÀ CÁCH BẢO VỆ.....	- 51 -
II.4.1. Dòng điện tăng cao trong các trường hợp sự cố.....	- 51 -
II.4.2. Thay đổi sự phối hợp giữa các thiết bị bảo vệ.....	- 52 -
II.4.3. Máy cắt cắt không mong muốn .....	- 53 -
II.4.4. Tác động đến sự làm việc của tự động đóng lại .....	- 53 -
II.5. ẢNH HƯỞNG VỀ ĐỘ TIN CẬY CUNG CẤP ĐIỆN.....	- 56 -
II.5.1. Độ tin cậy cung cấp điện .....	- 56 -
II.5.2. Đánh giá độ tin cậy cung cấp điện khi nối nguồn điện gió với lưới .....	- 59 -
* Kết luận chương II .....	- 60 -
<b>CHƯƠNG III. THIẾT KẾ HỆ ĐIỀU KHIỂN MÁY PHÁT NỔI LƯỚI KHI DÙNG MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTOR DÂY QUẤN.....</b>	<b>- 61 -</b>
III.1. ĐẶT VẤN ĐỀ.....	- 61 -
III.2. MÔ HÌNH TOÁN HỌC MÁY ĐIỆN KĐB 3 PHA ROTOR DÂY QUẤN-	62
-	
III.3. MÔ HÌNH MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA ROTOR DÂY QUẤN DƯỚI DẠNG CÁC ĐẠI LƯỢNG VECTOR KHÔNG GIAN.....	- 66 -
III.3.1. Vector không gian .....	- 66 -
III.3.2. Quy đổi các đại lượng điện của MĐ KĐB 3 pha Rotor dây quấn từ hệ Vector 3 pha ( $A_r$ , $B_r$ , $C_r$ ) về hệ tọa độ cố định trên trục Rotor ( $\alpha$ , $\beta$ ).....	- 67 -

III.3.3. Quy đổi các đại lượng điện từ của MĐ KĐB 3 pha Rotor dây quấn từ 2 trục cố định hệ tọa độ ( $\alpha, \beta$ ) trên Rotor về 2 trục hệ tọa độ (d, q) trên mạch Stator ...	- 70 -
<b>III.4. XÂY DỰNG HỆ ĐIỀU KHIỂN VECTOR KHÔNG GIAN CỦA MFĐ DÙNG ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA ROTOR DÂY QUẤN ĐIỀU KHIỂN PHÍA ROTOR</b>	<b>- 71 -</b>
III.4.1. Xây dựng mạch vòng dòng điện Rotor .....	- 71 -
III.4.2. Xây dựng mạch vòng công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q .....	- 72 -
III.4.3. Xây dựng Vector hệ điều khiển máy phát điện sức gió dùng MĐ KĐB 3 pha Rotor dây quấn điều khiển từ phía máy phát .....	- 73 -
<b>III.5. XÁC ĐỊNH MỘT SỐ ĐẠI LƯỢNG CỦA HỆ ĐIỀU KHIỂN</b> .....	<b>- 74 -</b>
III.5.1. Hàm số truyền của MFĐ KĐB 3 pha Rotor dây quấn .....	- 74 -
III.5.2. Giá trị đặt của bộ điều chỉnh .....	- 76 -
III.5.3. Tính thông số của bộ điều chỉnh .....	- 77 -
<b>III.6. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG</b> .....	<b>- 78 -</b>
III.6.1. Giới thiệu phần mềm MATLAB – SIMULINK – PLECS .....	- 78 -
III.6.2. Sơ đồ mô phỏng .....	- 79 -
III.6.3. Kết quả mô phỏng - khi máy phát hòa vào lưới điện .....	- 82 -
* Kết luận .....	- 84 -
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ</b> .....	<b>- 85 -</b>
1. Kết luận .....	- 85 -
2. Kiến nghị .....	- 86 -
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>- 87 -</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

### Các ký hiệu

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
P	Mật độ năng lượng	[N/ m <sup>2</sup> ]
Ar	Diện tích quét của cánh Turbine	[m <sup>2</sup> ]
V <sub>o</sub>	Vận tốc gió ban đầu – Mật độ năng lượng trên một đơn vị thể tích dòng chảy không khí	[m/s]
C <sub>d</sub>	Hệ số cản	
C <sub>l</sub>	Hệ số nâng	
ρ	Mật độ không khí	[kg/m <sup>3</sup> ]
V	Vận tốc dòng không khí (gió) không bị nhiễu loạn	[m/s]
A	Diện tích hình chiếu của cánh quạt (diện tích hứng gió)	[m <sup>2</sup> ]
L	Lực nâng	[N]
D	Lực cản	[N]
α	Góc định vị ở tâm	
θ	Góc cánh (đại lượng cần điều khiển)	
γ	Góc tới	
V	Vận tốc góc	
$\vec{u}_{hd}$	Tốc độ theo phương tiếp tuyến	
$\vec{u}_{ht}$	Tốc độ theo phương hướng tâm	
ρ	Mật độ không khí	[kg/m <sup>3</sup> ]
U <sub>hd</sub>	Vận tốc của gió theo phương tiếp tuyến	[m/s]
A	Diện tích cánh gió	[m <sup>2</sup> ]
C <sub>hd</sub>	Hệ số lực hiệu dụng	
ρ <sub>tb</sub>	Mật độ không khí	[kg/m <sup>3</sup> ]
R <sub>cg</sub>	Bán kính của cánh gió	[m]
v <sub>gm</sub>	Tốc độ gió ở một khoảng cách đủ xa trước cánh gió	[m/s]
C <sub>tb</sub>	Hệ số phụ thuộc vào cấu trúc khí động học của Turbine gió	

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
---------	---------	--------



$\theta_p$	Góc xoay của cánh gió so với mặt cắt ngang đi qua trung tâm của cánh gió và được gọi là góc pitch	
$\lambda_{tb}$	Hệ số phụ thuộc vào tốc độ góc quay của Turbine $\omega_{tb}$ và tốc độ gió $v_{gm}$	
$LL_{DG}$	Tổng tổn thất công suất trên đường dây trong hệ thống có DG và ngược lại	
$LL_{KDG}$	Khi không kết nối DG với lưới điện	
$S_{inj}$	Công suất biểu kiến của DG bơm vào lưới	
$P_{DG}$	Công suất tác dụng của DG	
$Q_{DG}$	Công suất phản kháng của DG	
$P_{Lj}$	Công suất tác dụng của phụ tải	
$Q_{Lj}$	Công suất phản kháng của phụ tải	
$\Psi_k$	Góc của tổng trở ngắn mạch trên lưới	
$S_n$	Công suất toàn phần định mức của Turbine gió	
$S_k$	Công suất ngắn mạch của lưới điện	
$W_d$	Giá trị đặt của tần số tác động	
$U_{Ra}, U_{Rb}, U_{Rc}$	Giá trị tức thời của điện áp pha Rotor	
$U_{Sa}, U_{Sb}, U_{Sc}$	Giá trị tức thời của điện áp pha Stator	
$I_{Ra}, I_{Rb}, I_{Rc}$	Giá trị tức thời của dòng điện pha Rotor	
$I_{Sa}, I_{Sb}, I_{Sc}$	Giá trị tức thời của dòng điện pha Stator	
$\Psi_{Ra}, \Psi_{Rb}, \Psi_{Rc}$	Chuỗi từ các nhóm cuộn dây pha Rotor	
$\Psi_{Sa}, \Psi_{Sb}, \Psi_{Sc}$	Chuỗi từ các nhóm cuộn dây pha Stator	
$R_1$	Điện trở nhóm cuộn dây Rotor	
$R_2$	Điện trở nhóm cuộn dây Stator	
$L$	Ma trận điện cảm	
$L_{AA}, L_{BB}, L_{CC}, L_{Aa}, L_{Bb}, L_{Cc}$	Tự cảm	
$l_s$	Điện cảm của cuộn dây Stator	
$L_h$	Điện cảm giữa cuộn Stator và Rotor	
$i_s$	Dòng Stator	

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
---------	---------	--------

$i_r$	Dòng Rotor	
$R_s$	Điện trở của cuộn dây Stator	
$L_M$	Điện cảm từ hóa	
$L_\sigma$	Điện cảm của Stator và Rotor được quy đổi về Stator	
$R_R$	Điện trở của Rotor quy đổi về Stator	
$U_s$	Stator voltage: Điện áp Stator	
$\Psi_s$	Stator flux: Trường của Stator	
$U_R$	Rotor voltage: Điện áp Rotor	
$\Psi_R$	Rotor flux: Từ trường của Rotor	
$i_s$	Stator current: Dòng điện Stator	
$R_s$	Stator resistance: Điện trở Stator	
$i_R$	Rotor current: Dòng điện Rotor	
$R_R$	Rotor resistance: Điện trở Rotor	
$L_M$	Điện cảm từ hóa	
$L_\sigma$	Điện cảm quy đổi	
$L_{sl}$	Điện cảm của Stator	
$L_{rl}$	Điện cảm của Rotor	
$Z_p$	Số đôi cực từ của máy phát	