

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

Vũ Văn Thắng

**QUI HOẠCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN
CÓ XÉT ĐẾN KHẢ NĂNG THAM GIA CỦA NGUỒN ĐIỆN
PHÂN TÁN VÀ GIÁ ĐIỆN**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN

Hà Nội - 2015

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

Vũ Văn Thắng

**QUI HOẠCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN
CÓ XÉT ĐẾN KHẢ NĂNG THAM GIA CỦA NGUỒN ĐIỆN
PHÂN TÁN VÀ GIÁ ĐIỆN**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: 62520202

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1. PGS. TS Đặng Quốc Thống
2. TS. Bạch Quốc Khánh

Hà Nội - 2015

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trong luận án là hoàn toàn trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

TẬP THỂ HƯỚNG DẪN

Người hướng dẫn
khoa học 1

Người hướng dẫn
khoa học 2

Tác giả luận án

PGS.TS Đặng Quốc Thống TS. Bạch Quốc Khánh

Vũ Văn Thắng

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện nghiên cứu của mình, tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp, động viên từ các thầy cô giáo, các bạn đồng nghiệp và người thân trong gia đình.

Lời đầu tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn tới PGS.TS Đặng Quốc Thống và TS. Bạch Quốc Khánh đã tận tình hướng dẫn, luôn hỗ trợ và khích lệ trong suốt bốn năm qua để tôi có thể hoàn thành được luận án của mình.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới GS.TSKH Trần Đình Long, GS.TS Lã Văn Út, PGS.TS Trần Bách, PGS.TS Nguyễn Lân Tráng, TS Đinh Quang Huy, TS Đỗ Xuân Khôi cùng các thầy cô giáo trong bộ môn Hệ thống điện - Viện Điện - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã cho tôi những ý kiến quý báu trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp cùng các đồng nghiệp ở bộ môn Hệ thống điện - Khoa Điện - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện về thời gian và có những ý kiến đóng góp bổ sung cho luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Viện đào tạo sau đại học - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tạo những điều kiện thuận lợi nhất về mọi mặt để tôi hoàn thành nội dung nghiên cứu.

Cuối cùng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới cha mẹ tôi, vợ tôi và những người thân trong gia đình đã luôn động viên, khích lệ cho tôi động lực để có thể hoàn thành được luận án này.

Tác giả luận án

Vũ Văn Thắng

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ	ix
MỞ ĐẦU	xi
1. Tính cấp thiết của đề tài	xi
2. Mục đích nghiên cứu	xii
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	xii
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	xiii
5. Nội dung nghiên cứu	xiii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ QUI HOẠCH HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN 1	
1.1 Giới thiệu	1
1.2 HTCCĐ Việt Nam và một số vấn đề về qui hoạch	1
1.2.1 Hiện trạng HTCCĐ Việt Nam	1
1.2.2 Những tồn tại và vấn đề qui hoạch HTCCĐ	2
1.3 Nguồn điện phân tán	3
1.3.1 Tổng quan về nguồn điện phân tán	3
1.3.2 Công nghệ và đặc điểm của nguồn điện phân tán	3
1.3.2.1 Thủy điện nhỏ	4
1.3.2.2 Điện gió	4
1.3.2.3 Điện mặt trời	5
1.3.2.4 Tuabin khí và máy phát diesel	6
1.4 Bài toán qui hoạch phát triển HTCCĐ	6
1.4.1 Tổng quan bài toán qui hoạch HTCCĐ	6
1.4.1.1 Mục tiêu	6
1.4.1.2 Những bước cơ bản của bài toán qui hoạch HTCCĐ	6
1.4.1.3 Một số bài toán qui hoạch HTCCĐ	6
1.4.2 Phân tích và lựa chọn phương pháp qui hoạch HTCCĐ	8
1.4.2.1 Qui hoạch theo tiêu chuẩn	8
1.4.2.2 Qui hoạch toán học	8
1.4.2.3 Phân tích và lựa chọn phương pháp qui hoạch	9
1.4.3 Bài toán qui hoạch toán học tổng quát	9
1.4.3.1 Mô hình toán	9
1.4.3.2 Phân loại bài toán qui hoạch	10
1.4.4 Những thay đổi gần đây trong qui hoạch HTCCĐ	11

1.4.4.1	<i>Sự tham gia của các nguồn điện phân tán</i>	11
1.4.4.2	<i>Yếu tố giá điện</i>	12
1.4.5	Các chỉ tiêu kinh tế đánh giá phương án đầu tư.....	12
1.5	Qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của các DG	15
1.5.1	Mô hình bài toán qui hoạch HTCCĐ.....	15
1.5.2	Phương pháp, thuật toán giải bài toán qui hoạch HTCCĐ	18
1.6	Đánh giá và lựa chọn công cụ tính toán	19
1.6.1	Giới thiệu chương trình GAMS.....	19
1.6.2	Thuật toán và solver MINOS trong chương trình GAMS	21
1.6.3	Những yêu cầu khi lập bài toán qui hoạch HTCCĐ trong GAMS ..	25
1.7	Nhận xét và đề xuất những vấn đề cần nghiên cứu	26
CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN QUI HOẠCH HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN		28
2.1	Đặt vấn đề	28
2.2	Phân tích một số đặc điểm của bài toán qui hoạch HTCCĐ hiện nay 30	
2.2.1	Lựa chọn mô hình qui hoạch HTCCĐ.....	30
2.2.2	Những đặc điểm cần nghiên cứu bổ sung.....	32
2.2.2.1	<i>Ràng buộc nâng cấp và hàm chi phí nâng cấp đường dây, TBA</i> ...	32
2.2.2.2	<i>Mô hình cân bằng công suất nút AC</i>	33
2.2.2.3	<i>Sử dụng ĐTPT điện hình trong tính toán chi phí</i>	34
2.3	Xây dựng mô hình toán qui hoạch HTCCĐ	35
2.3.1	Sơ đồ khối và qui trình tính toán qui hoạch HTCCĐ.....	35
2.3.2	Xây dựng mô hình cơ sở (MCSD)	39
2.3.2.1	<i>Hàm mục tiêu của mô hình cơ sở</i>	39
2.3.2.2	<i>Các ràng buộc của mô hình cơ sở</i>	46
2.3.2.3	<i>Phân tích và nhận dạng mô hình cơ sở</i>	50
2.3.3	Xây dựng mô hình hiệu chỉnh (MHCD).....	50
2.3.3.1	<i>Hàm mục tiêu của mô hình hiệu chỉnh</i>	50
2.3.3.2	<i>Các ràng buộc của mô hình hiệu chỉnh</i>	51
2.3.3.3	<i>Phân tích và nhận dạng mô hình hiệu chỉnh</i>	51
2.3.4	Đánh giá mô hình đề xuất	53
2.4	Tính toán áp dụng	53
2.4.1	Đặt vấn đề.....	53
2.4.2	Sơ đồ khối và mô hình tính toán	53
2.4.3	Xây dựng chương trình tính toán	54
2.4.3.1	<i>Lập modul nhập thông số đầu vào và mô tả bài toán</i>	54
2.4.3.2	<i>Sử dụng solver giải bài toán tìm nghiệm tối ưu</i>	56
2.4.3.3	<i>Lập modul hiển thị kết quả</i>	56

2.4.4 Ví dụ 1.....	56
2.4.4.1 <i>Lập mô hình và tính toán bước cơ sở</i>	57
2.4.4.2 <i>Lập mô hình và tính toán bước hiệu chỉnh</i>	61
2.4.4.3 <i>Đánh giá hiệu quả của mô hình đề xuất</i>	64
2.5 Nhận xét và kết luận chương 2	65
CHƯƠNG 3. QUI HOẠCH HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN XÉT ĐẾN KHẢ NẴNG THAM GIA CỦA CÁC LOẠI NGUỒN ĐIỆN PHÂN TÁN	67
3.1 Đặt vấn đề.....	67
3.2 Sơ đồ khối và qui trình tính toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến đặc điểm công nghệ của DG	68
3.3 Qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của TBK hoặc máy phát diesel.....	68
3.3.1 Xây dựng mô hình toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của TBK hoặc máy phát diesel	68
3.3.1.1 <i>Xây dựng mô hình cơ sở</i>	68
3.3.1.2 <i>Xây dựng mô hình hiệu chỉnh</i>	74
3.3.2 Lập chương trình giải bài toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của TBK, máy phát diesel	76
3.3.3 Ví dụ 2.....	76
3.3.3.1 <i>Sơ đồ và thông số của HTCCĐ</i>	76
3.3.3.2 <i>Khai báo biến và dữ liệu đầu vào</i>	77
3.3.3.3 <i>Kết quả tính toán</i>	78
3.3.4 Nhận xét	82
3.4 Qui hoạch HTCCĐ khi xét khả năng tham gia của TĐN.....	83
3.4.1 Xây dựng mô hình toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của TĐN.....	84
3.4.1.1 <i>Xây dựng mô hình cơ sở</i>	84
3.4.1.2 <i>Xây dựng mô hình hiệu chỉnh</i>	87
3.4.2 Lập chương trình tính toán qui hoạch HTCCĐ khi xét khả năng tham gia của TĐN	88
3.4.3 Ví dụ 3.....	88
3.4.3.1 <i>Sơ đồ và thông số của HTCCĐ</i>	88
3.4.3.2 <i>Khai báo biến và dữ liệu đầu vào</i>	89
3.4.3.3 <i>Kết quả tính toán</i>	89
3.4.4 Nhận xét	91
3.5 Qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của nhiều loại DG	92
3.5.1 Xây dựng mô hình toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của nhiều loại DG.....	93
3.5.1.1 <i>Xây dựng mô hình cơ sở</i>	93

3.5.1.2	<i>Xây dựng mô hình hiệu chỉnh</i>	96
3.5.2	Lập chương trình tính toán qui hoạch HTCCĐ khi xét đến khả năng tham gia của nhiều loại DG.....	98
3.5.3	Ví dụ 4.....	98
3.5.3.1	<i>Sơ đồ và thông số HTCCĐ</i>	98
3.5.3.2	<i>Khai báo biến và dữ liệu đầu vào</i>	99
3.5.3.3	<i>Kết quả tính toán</i>	99
3.5.4	Nhận xét.....	102
3.6	Nhận xét và kết luận chương 3	103
CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN ÁP DỤNG CHO QUI HOẠCH HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN VIỆT NAM		105
4.1	Đặt vấn đề	105
4.2	Những giả thiết và thông số tính toán	105
4.2.1	Những giả thiết chung.....	105
4.2.2	Suất chi phí của DG theo công nghệ.....	106
4.2.3	Suất chi phí đầu tư đường dây và TBA.....	107
4.2.4	Đặc tính giá bán điện.....	107
4.3	Tính toán qui hoạch HTCCĐ trong khu vực 1	108
4.3.1	Sơ đồ và thông số tính toán của hệ thống.....	108
4.3.2	Kết quả tính toán và thảo luận.....	110
4.4	Tính toán qui hoạch HTCCĐ trong khu vực 2	114
4.4.1	Sơ đồ HTCCĐ và thông số tính toán.....	114
4.4.2	Kết quả tính toán và thảo luận.....	116
4.5	Những đánh giá và kết luận chương 4	120
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		121
1.	Những nội dung cơ bản của luận án	121
2.	Những đóng góp của luận án	122
3.	Hướng nghiên cứu tiếp theo	123
TÀI LIỆU THAM KHẢO		124
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA LUẬN ÁN		134
PHỤ LỤC		135

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

CCĐ	Cung cấp điện
CF	Hệ số sử dụng DG (Capacity Factor)
CSPK	Công suất phản kháng
CSTD	Công suất tác dụng
CTPP	Công ty phân phối
DG	Nguồn điện phân tán (Distributed Generator)
ĐTPT	Đồ thị phụ tải
GAMS	Chương trình The General Algebraic Modeling System
HTCCĐ	Hệ thống cung cấp điện
HTĐ	Hệ thống điện
KT-KT	Kinh tế kỹ thuật
LNP	Qui hoạch phi tuyến (Nonlinear Programming)
LP	Qui hoạch tuyến tính (Linear Programming)
MBA	Máy biến áp
MCSD	Mô hình cơ sở xét đến khả năng tham gia của DG
MHCD	Mô hình hiệu chỉnh xét đến khả năng tham gia của DG
MINLP	Qui hoạch phi tuyến nguyên thực hỗn hợp (Mixed Integer Nonlinear Programming)
MIP	Qui hoạch nguyên (Mixed Integer Programming)
PMT	Nguồn pin mặt trời (PV)
TBA	Trạm biến áp
TBK	Tuabin khí
TĐN	Thủy điện nhỏ
TTĐ	Thị trường điện

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1 Những thay đổi trong mô hình bài toán qui hoạch HTCCĐ.....	16
Bảng 1.2 Modul các thuật toán giải trong GAMS.....	20
Bảng 2.1 Khai báo biến và tham số của HTCCĐ trong MCSĐ.....	49
Bảng 2.2 Khai báo biến và tham số của HTCCĐ trong MHCD.....	52
Bảng 2.3 Thông số đường dây của HTCCĐ 4 nút.....	56
Bảng 2.4 Thông số nâng cấp của đường dây.....	61
Bảng 2.5 Thông số nâng cấp của TBA nguồn.....	61
Bảng 2.6 Kết quả qui hoạch HTCCĐ 4 nút.....	63
Bảng 2.7 Một số chỉ tiêu KT-KT khi qui hoạch HTCCĐ 4 nút.....	63
Bảng 2.8 So sánh một số chỉ tiêu KT-KT khi tính theo P_{\max} và τ	64
Bảng 3.1 Khai báo biến và tham số của MCSĐ khi xét đến khả năng tham gia của TBK hoặc máy phát diesel.....	73
Bảng 3.2 Khai báo biến và tham số của MHCD khi xét đến khả năng tham gia của TBK hoặc máy phát diesel.....	75
Bảng 3.3 Phụ tải của HTCCĐ 7 nút.....	76
Bảng 3.4 Thông số đường dây của HTCCĐ 7 nút.....	76
Bảng 3.5 Khai báo mảng dữ liệu và tham số của HTCCĐ 7 nút.....	77
Bảng 3.6 Khai báo tham số của máy phát diesel.....	77
Bảng 3.7 Khai báo giới hạn của biến và tham số của mô hình.....	78
Bảng 3.8 Khai báo biến của chương trình.....	78
Bảng 3.9 Tổng dẫn nhánh đơn vị năm cơ sở.....	78
Bảng 3.10 Lộ trình đầu tư, nâng cấp thiết bị của HTCCĐ khi xét khả năng tham gia của máy phát diesel.....	79
Bảng 3.11 Quyết định nâng cấp đường dây và TBA.....	79
Bảng 3.12 Công suất lớn nhất cần đáp ứng của thiết bị trong HTCCĐ 7 nút.....	79
Bảng 3.13 Một số chỉ tiêu KT-KT khi qui hoạch HTCCĐ 7 nút.....	80
Bảng 3.14 So sánh chỉ tiêu KT-KT của HTCCĐ trong hai bước tính.....	81
Bảng 3.15 Khai báo biến và tham số của MCSĐ khi xét đến khả năng tham gia của TĐN.....	86
Bảng 3.16 Khai báo biến và tham số của MHCD khi xét đến khả năng tham gia của TĐN.....	88
Bảng 3.17 Tham số của TĐN.....	89