

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

---

**Lại Văn Dũng**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ VẬN HÀNH LỘ 473, 474  
HUYỆN MỘC CHÂU CÓ TÍCH HỢP NGUỒN PHÁT ĐIỆN TURBINE GIÓ**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC  
KỸ THUẬT ĐIỆN**

*Thái Nguyên - năm 2020*

## MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	vi
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1	4
TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN .....	4
VÀ LƯỚI ĐIỆN TRUNG THẾ 22 KV HUYỆN MỘC CHÂU .....	4
1.1 Cấu trúc tổng quát của một hệ thống điện quốc gia.....	4
1.2 Một số yêu cầu cơ bản đối với hệ thống điện phân phối.....	13
1.3 Giới thiệu lưới điện 22 kV huyện Mộc Châu – Sơn La .....	20
1.4 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài.....	21
Kết luận chương 1 .....	22
CHƯƠNG 2	23
CÔNG CỤ TOÁN HỌC VÀ PHẦN MỀM ỨNG DỤNG .....	23
2.1 Giới thiệu chung.....	23
2.2 Công cụ toán học và phần mềm ứng dụng .....	24
2.2.1 Các biến số và phân loại bus (nút).....	24
2.2.2 Giải tích lưới điện và thuật toán áp dụng.....	24
2.2.3 Giải tích lưới bằng phần mềm ETAP .....	28
2.3 Áp dụng ETAP mô hình hóa mô phỏng lộ 473, 474 lưới điện 22 kV Mộc Châu.....	28
2.3.1 Giới thiệu chung về Etap [10] .....	28
2.3.2 Mô hình hoá lộ 473, 474 lưới điện 22 kV huyện Mộc Châu .....	31
2.3.3 Khai báo thông số các phần tử trong sơ đồ mô phỏng .....	40
2.4 Máy phát điện turbine gió .....	45
2.4.1 Giới thiệu chung về máy phát điện turbine gió.....	45
2.4.2 Máy phát điện turbine gió trong phần mềm ETAP.....	49
CHƯƠNG 3	52
MÔ PHỎNG GIẢI TÍCH LƯỚI VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP VẬN HÀNH HIỆU QUẢ LỘ 473 và 474 LƯỚI ĐIỆN 22 KV MỘC CHÂU .....	52
3.1 Đặt vấn đề.....	52

3.2 Nghiên cứu hiện trạng và giải pháp điều chỉnh điện áp nguồn.....	53
3.2.1 Chế độ vận hành 1: phụ tải cực đại Smax, OLTC chưa kích hoạt.....	53
3.2.2 Chế độ vận hành 2: Smax, điều chỉnh điện áp nguồn 105%Uđm .....	63
3.3 Giải pháp bù tụ điện tĩnh trong lộ 473 và 474 Mộc Châu.....	65
3.3.1 Chế độ vận hành 3a,b: Smax, đóng/mở kết nối tụ bù.....	65
3.3.2 Chế độ vận hành 3c: Smax, tăng công suất tụ bù .....	67
3.4 Giải pháp đóng kết nối mạch vòng khi sự cố ngắt máy cắt đầu tuyến.....	68
3.4.1 Phương án 4a: .....	69
3.4.2 Phương án 4b: .....	70
3.5 Giải pháp nâng cao chất lượng điện áp bằng nguồn phát điện turbine gió WTG.....	72
3.5.1 Chế độ vận hành 5a: Các WTG phát tối đa công suất (300kW + 150KVar) .....	73
3.5.2 Chế độ vận hành 5b: Khi sự cố ngắt kết nối lộ 471 (CB 371 mở) .....	78
3.5.3 Chế độ vận hành 5c: Chế độ gió thay đổi khác nhau.....	83
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	90
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	92

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. 1 Mô hình cấu trúc hệ thống điện cơ bản .....	4
Hình 1. 2 Cấu trúc khối của một hệ thống điện.....	5
Hình 1. 3 Sơ đồ nguyên lý một sợi hệ thống điện phân phối .....	7
Hình 1. 4 Sơ đồ toàn thể lưới điện 22 kV Mộc Châu.....	20
Hình 1. 5 Sơ đồ lưới điện 22 kV lộ 473, 474 Mộc Châu .....	22
Hình 2. 1 Các ô cửa chính .....	29
Hình 2. 2 Các chức năng tính toán .....	29
Hình 2. 3 Các phần tử AC .....	30
Hình 2. 4 Một số chức năng tính toán thông dụng .....	31
Hình 2. 5 Các thiết bị đo lường, bảo vệ.....	31
Hình 2. 6 Sơ đồ mô phỏng lộ 373, 374 (mở rộng kết nối với lộ 371).....	32
Hình 2. 7 Cấu trúc trạm biến áp 110/35/22 kV Mộc Châu .....	33
Hình 2. 8 Khai báo thông số của nguồn .....	41
Hình 2. 9 Khai báo thông số máy biến áp nguồn .....	42
Hình 2. 10 Khai báo thông số tải.....	42
Hình 2. 11 Thông số trạng infor của đường dây .....	44
Hình 2. 12 Khai báo thông số cáp ngầm .....	44
Hình 2. 13 Cấu trúc điển hình của tổ hợp turbine gió .....	45
Hình 2. 14 Mô hình cấu trúc DFIG .....	45
Hình 2. 15 Mô hình cấu trúc WTG kiểu DFIG (Type4) .....	46
Hình 2. 16 Mô hình cấu trúc DFIG và hệ điều khiển DVC - NSVM .....	47
Hình 2. 17 Mô hình điều khiển véc tơ DVC phương pháp NSVM.....	47
Hình 2. 18 Đáp ứng nhanh công suất tác dụng P .....	48
Hình 2. 19 Đáp ứng nhanh công suất phản kháng Q.....	48
Hình 2. 20 Đặc tính phát công suất tác dụng phụ thuộc tốc độ gió của DFIG.....	48
Hình 2. 21a,b Các mô hình khai thác tổ hợp DFIG.....	49
Hình 2. 22 Hướng dẫn cài đặt cơ bản WTG.....	50
Hình 2. 23 Tổ hợp nhóm WTG và cài đặt công suất phát.....	50
Hình 2. 24 Chế độ hoạt động của WTG phụ thuộc tốc độ gió .....	50

Hình 3. 1 Lưu đồ các bước nâng cao chất lượng điện áp và hiệu quả vận hành lưới điện .....	52
Hình 3. 2 Mô phỏng kết quả phân bố công suất và điện áp bus-tải chế độ vận hành 1	54
Hình 3. 3 Trích xuất sơ đồ mô phỏng hiển thị điện áp thanh cái TBA nguồn .....	54
Hình 3. 4 Điều chỉnh điện áp MBA (OLTC) .....	63
Hình 3. 5 Sơ đồ mô phỏng phân bố công suất và điện áp bus chế độ vận hành 3a.....	66
Hình 3. 6 Trích xuất sơ đồ mô phỏng phương án a.....	70
Hình 3. 7 Trích xuất sơ đồ mô phỏng phương án b.....	71
Hình 3. 8 Tổ hợp trạm phát điện WTG .....	72
Hình 3. 9 Mô phỏng phân bố công suất và điện bus - chế độ vận hành 5a.....	74
Hình 3. 10 Mô phỏng phân bố công suất và điện áp bus – chế độ vận hành 5b .....	78
Hình 3. 11 Phân bố công suất và điện áp bus - chế độ vận hành 5b .....	79
Hình 3. 12 Mô phỏng phân bố công suất và điện áp bus – chế độ vận hành 5c .....	84
Hình 3. 13 Mô phỏng thông số vận hành các WTG – chế độ vận hành 5c.....	85

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1 Tổng độ méo biên độ sóng hài .....	15
Bảng 1.2 Độ nhấp nháy điện áp.....	15
Bảng 2.1 Thông số phụ tải lộ 473 và 474.....	33
Bảng 2.2 Thông số đường dây lộ 473 và 474.....	36
Bảng 2.3 Thông số chính của trạm biến áp 110 kV Mộc Châu .....	40
Bảng 3.1 Dữ liệu kết quả mô phỏng điện áp bus-tải chế độ vận hành 1 .....	55
Bảng 3.2 Dữ liệu kết quả phân bố công suất trên đường dây chế độ vận hành 1 .....	57
Bảng 3.3 Dữ liệu kết quả cân bằng công suất chế độ vận hành 1 .....	62
Bảng 3.4 Tổng hợp dữ liệu kết quả điện áp bus-tải chế độ vận hành 2 .....	63
Bảng 3.5 Tổng hợp dữ liệu kết quả cân bằng công suất và tổn thất công suất .....	64
Bảng 3.6 Tên gọi và thông số các trạm bù hiện có .....	65
Bảng 3.7 Tổng hợp dữ liệu kết quả mô phỏng chế độ vận hành 3a .....	66
Bảng 3.8 Tổng hợp dữ liệu kết quả mô phỏng chế độ vận hành 3b.....	66
Bảng 3.9 Dữ liệu tăng công suất tụ bù .....	67
Bảng 3.10 Tổng hợp dữ liệu kết quả mô phỏng chế độ vận hành 3c .....	67
Bảng 3.11 Cầu dao/máy cắt kết nối mạch vòng.....	68
Bảng 3.12 Trạng thái kích bản phương án 4a.....	69
Bảng 3.13 Trạng thái kích bản phương án b .....	70
Bảng 3.14 thông số vận hành của các WTG - chế độ vận hành 5a .....	74
Bảng 3.15 Dữ liệu kết quả phân bố công suất và điện áp bus - chế độ vận hành 5a ...	75
Bảng 3.16 Cân bằng công suất và tính tổn thất - chế độ vận hành 5a.....	77
Bảng 3.17 Dữ liệu kết quả giải tích điện áp bus – chế độ vận hành 5b .....	80
Bảng 3.18 Cân bằng công suất và tính tổn thất công suất – chế độ vận hành 5b.....	82
Bảng 3.19 Dữ liệu cài đặt WTG – chế độ vận hành 5c .....	83
Bảng 3.20 Dữ liệu kết quả phân bố công suất và điện áp bus - chế độ vận hành 5c ...	86

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Lại Văn Dũng, học viên lớp cao học K21 ngành Kỹ thuật điện, sau hai năm học tập và nghiên cứu, được sự giúp đỡ và hướng dẫn của các thầy cô giáo, đặc biệt là thầy giáo hướng dẫn tốt nghiệp PGS.TS. Ngô Đức Minh, tôi đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp “ **Nghiên cứu nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện 22 kv lộ 473, 474 Mộc Châu có xét đến nguồn phát điện turbine gió** ”.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân dưới sự hướng dẫn của Thầy giáo PGS.TS. Ngô Đức Minh. Nội dung luận văn chỉ tham khảo và trích dẫn các tài liệu đã được ghi trong danh mục tài liệu tham khảo và không sao chép hay sử dụng bất kỳ tài liệu nào khác.

*Thái Nguyên, ngày 12 tháng 10 năm 2020*

Học viên

**Lại Văn Dũng**

## MỞ ĐẦU

### 1. Giới thiệu chung

Hệ thống điện Việt Nam nói chung và lưới điện tại các tỉnh miền núi nói riêng được xây dựng và phát triển từng bước qua các nhiều giai đoạn nên tồn tại nhiều bất cập. Trong đó, có nhiều đường dây 22 kV cung cấp cho các trạm biến áp phân bố rải rác trải dài trên một phạm vi lớn hàng trăm km, đặc điểm phụ tải có tính chất không ổn định. Trong quá trình cải tạo phát triển, các nguồn phân tán sử dụng năng lượng tái tạo được bổ sung trong lưới phân phối đã làm cho cấu trúc lưới ban đầu trở nên lỗi thời, phát sinh nhiều bất cập, ví dụ:

- Cấu trúc lưới, và chủng loại, tiết diện dây dẫn một vài đoạn bất hợp lý.
- Hạn chế tính năng làm việc, bảo vệ của các thiết bị điện.
- Khó khăn trong lựa chọn phương thức vận hành lưới điện.
- Chất lượng điện năng thấp do điện áp thay đổi tăng, giảm phụ thuộc vào thủy điện nhỏ kết nối lưới.
- Tổn thất điện năng trên lưới điện lớn.

Trong bối cảnh này, những lưới điện trung thế thuộc địa bàn miền núi nói chung và cụ thể là lưới điện 22 kV Lộ 473 và 474 huyện Mộc Châu cần thiết phải được kiểm soát bằng những phần mềm chuyên dụng, ví dụ như POWERWORLD, PSS-ADEPT,... hay ETAP. Thông qua đó để có thể đề xuất được những giải pháp tốt nhất cho các phương án vận hành, khảo sát nhiều ứng dụng khác nhau cho hoạt động chuyên môn cả về lý thuyết và thực tiễn.

### 2. Đối tượng nghiên cứu:

Lộ 473 và 474 thuộc lưới điện phân phối huyện Mộc Châu tỉnh Sơn La.

### 3. Phạm vi nghiên cứu:

Nghiên cứu thực trạng vận hành lưới điện 22 kV Lộ 473 và 474 huyện Mộc Châu; khảo sát các phương án vận hành khác nhau, trạng thái vận hành khác nhau về thông số nguồn (TBA trung gian), thông số phụ tải, cấu trúc mạch vòng, vận hành phân cấp tự



bù, các nguồn phân tán...Trên cơ sở đó phát hiện những ưu nhược điểm, những tồn tại, bất cập của lưới điện hiện tại đồng thời đề xuất giải pháp khắc phục

#### **4. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài:**

Về lý thuyết:

- Học viên sử dụng được phần mềm chuyên dụng ETAP cho học tập, nghiên cứu và ứng dụng trong công tác chuyên môn, nghiệp vụ.

- Mô hình hóa mô phỏng được đối tượng nghiên cứu là lưới điện 22 kV Lộ 473 và 474 huyện Mộc Châu làm cơ sở cho các nghiên cứu chuyên môn chuyên ngành.

Về thực tiễn:

- Đề xuất được các giải pháp nâng cao chất lượng điện áp và hiệu quả vận hành cho Lộ 473 và 474 lưới điện 22 kV huyện Mộc Châu. Đặc biệt là đối với các nguồn phân tán (DG) kết nối lưới.

- Cung cấp dữ liệu cho quy hoạch phát triển lưới trong tương lai, đồng thời có áp dụng nguồn phân tán khác.

#### **5. Phương pháp nghiên cứu:**

- Khảo sát, thu thập số liệu thực tế.

- Sử dụng phần mềm mô phỏng hiện đại (ETAP).

- Phân tích cơ sở lý thuyết áp dụng cho đối tượng thực tế .

- Công cụ nghiên cứu, tính toán, mô phỏng có độ tin cậy cao.

- Đánh giá nêu bật được những đóng góp của đề tài, giá trị khoa học và thực tiễn đạt được.

#### **6. Kết cấu luận văn:**

Tổng thể luận văn gồm các chương sau:

Chương 1. Tổng quan về hệ thống điện và lưới điện 22 kV Mộc Châu

Chương 2. Công cụ toán học và phần mềm ứng dụng

Chương 3. Mô phỏng giải tích lưới và giải pháp nâng cao chất lượng điện áp và hiệu quả vận hành Lộ 473 và 474 lưới điện 22 kV Mộc Châu

Mặc dù đã cố gắng rất nhiều nhưng do điều kiện thời gian và giới hạn phạm vi nghiên cứu của một luận văn cao học, nên những kết quả đạt được và sự trình bày còn hạn chế, chưa thể đáp ứng đầy đủ những kỳ vọng. Kính mong nhận được đóng góp của

mọi người, đặc biệt là của Hội đồng bảo vệ luận văn tốt nghiệp thạc sỹ. Để hoàn thành được bản luận văn này, Học viên và người hướng dẫn xin cảm ơn sự giúp đỡ đặc biệt của Công ty điện lực Sơn La, Điện lực Mộc Châu, cảm ơn Nhà trường, cảm ơn các tác giả của tài liệu tham khảo và cảm ơn OTI đã cung cấp một công cụ đặc hiệu cho áp dụng trong trong luận văn.