BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT**

**THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**CHUYÊN ĐỀ**

**NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHẦN MỀM PSS/ADEPT**

**VẬN HÀNH LƯỚI ĐIỆN HUYỆN THANH BÌNH,**

**TỈNH ĐỒNG THÁP**

**NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**MÃ SỐ HỌC VIÊN: 1780609**

**HỌC VIÊN: ĐẶNG THÀNH CÔNG**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: PGS.TS. QUYỀN HUY ÁNH**

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7 năm 2018

# Chương MỞ ĐẦU

1. **Tính cần thiết của đề tài**

Cùng với sự phát triển kinh tế xã hội, lưới điện phân phối ngày càng được cải tạo, nâng cấp và xây dựng mới, tính chất phụ tải ngày càng phức tạp, việc nâng cao độ tin cậy cung cấp điện và vận hành tối ưu về kinh tế, kỹ thuật là yếu tố đặt ra hàng đầu đối với đơn vị đang quản lý vận hành lưới điện phân phối.

Hệ thống điện Việt Nam do điều kiện địa lý tự nhiên kéo dài từ Bắc vào Nam, phụ tải phân bố rải rác, tỉ trọng công nghiệp chưa cao, tỉ trọng tiêu dùng dân cư lớn là các yếu tố không thuận lợi khi giảm TTĐN. Tuy vậy, EVN và các đơn vị đã nỗ lực giảm TTĐN xuống 7,47% năm 2017 và mục tiêu đến năm 2020, TTĐN sẽ giảm xuống còn 6,5%. Đây là nỗ lực rất lớn của ngành Điện Việt Nam, khi lưới điện Việt Nam có kết cấu hết sức phức tạp, mang tính đặc thù cao. Theo các thống kê của ngành Điện, tổn thất điện năng chủ yếu ở lưới phân phối, chiếm khoảng (65÷75%) tổng tổn thất trong hệ thống điện.

Sự cân bằng giữa đầu tư và kết quả mục tiêu là thách thức đối với EVN, nghĩa là nếu muốn giảm tổn thất thì sẽ tốn nhiều chi phí. Vì vậy, EVN cần cân đối hài hòa giữa đầu tư số tiền lớn để giảm TTĐN với những nhiệm vụ cấp bách hơn, như: đầu tư nguồn điện, xây dựng hệ thống truyền tải điện, lưới điện hạ áp phân phối…

Để giảm tổn thất của lưới phân phối, ta phải tăng cường công tác quản lý vận hành hệ thống điện với các giải pháp cụ thể. Đảm bảo điều chỉnh điện áp vận hành tại các trạm nguồn, trạm phân phối đúng qui định trong giới hạn cho phép và có những kết cấu lưới phù hợp, đồng thời kết hợp với việc vận hành các điểm tụ bù, nâng cấp, kéo mới và chuyển đấu nối một số đường dây trung áp phù hợp để phân bổ, chống đầy tải ở các trạm 110 kV nhằm giảm tổn thất điện năng trên lưới điện.

Điện lực Thanh Bình là một đơn vị trực tiếp quản lý vận hành lưới điện phân phối trong hệ thống điện của Tập đoàn Điện lực Việt Nam; Trong năm 2017, sản lượng điện thương phẩm của Điện lực Thanh Bình là 217 triệu kWh và TTĐN là 4,51%. Lộ trình đến năm 2020 Công ty Điện lực Đồng Tháp giao cho Điện lực Thanh Bình phải thực hiện tổn thất điện năng là 3,86%.

Tuy nhiên, tại điện lực Huyện Thanh Bình, Tỉnh Đổng tháp việc sử dụng phần mềm PSS/Adept để xác định cấu hình tối ưu lưới phân phối trên cơ sở cực tiểu tổn thất công suất và xác định vị trí và dung lượng bù tối ưu trong lưới phân phối với một chế độ tải cố định nên kết quả tính toán chưa thể áp dụng vào lưới điện thực tế. Ngoài ra, khi giải quyết bài toán vận hành còn một số hạn chế khác như sau:

* Chưa xem xét các chế độ tải trong thực tế vận hành;
* Chưa xem xét cực tiểu hóa tổn thất điện năng;
* Chưa xem xét đến phát triển tải trong tương lai.

Để giải quyết các vấn đề trên, đề tài ***“ Nghiên cứu vận hành tối ưu lưới điện Điện lực Thanh Bình ”*** được học viên tiến hành nghiên cứu nhằm đề ra các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm thiểu tổn thất điện năng tại điện lực Thanh Bình, theo qui dịnh của Điện lực Tỉnh Đồng Tháp và đề xuất giải pháp nhằm giảm tổn thất điện năng của Công ty Điện lực Đồng Tháp giao cho Điện lực Thanh Bình đến năm 2020 còn 3,86%.

1. **Các nghiên cứu trong và ngoài nước**
2. **Nghiên cứu trong nước**

* Khai thác chương trình tính toán cho lưới điện phân phối PSS/Adept, LV ThS, Nguyễn Thị Huyền Phương, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2010.

Đề tài nghiên cứu sử dụng 4 modul chính của chương trình là: Tính toán phân bố công suất, Tính ngắn mạch, Xác định điểm dừng và Tính toán bù.

* Đánh giá tổn thất điện năng và đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện trung áp tỉnh Hưng Yên, Nguyễn Xuân Bắc, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2012.

Đề tài sử dụng phần mềm PSS/ADEPT tính toán trào lưu công suất và bù tối ưu trên các đường dây trung áp và so sánh, đánh gia với kết quả tổn thất từ công tác sản xuất, kinh doanh thực tế của Công ty Điện lực Hưng Yên.

* Nghiên cứu phương pháp tính toán, đánh giá độ tin cậy và các giải pháp nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối tỉnh Hưng Yên, Thái Văn Luân, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.

Đề tài nghiên cứu phương pháp tính toán độ tin cậy lưới điện phân phối và áp dụng vào tính toán chọn lọc một số xuất tuyến của lưới điện phân phối tỉnh Hưng Yên trên cơ sớ áp dụng phần mềm PSS/Adept.

* Nghiên cứu và đánh giá các thuật toán bù tối ưu công suất phản kháng, Nguyễn Quang Huy, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.

Đề tài tiến hành nghiên cứu một số thuật toán của các tác giả đã được đăng trên các tạp chí và luận văn đã hoàn thành trước. Trên cơ sở đó đánh giá được các ưu nhược điểm của thuật toán. Áp dụng mô phỏng một lưới điện cụ thể bằng phần mềm PSS/Adept 5.0 ứng dụng cho lưới điện phân phối của công ty Điện lực Sóc Sơn – Tổng công ty Điện lực Hà Nội.

* Các biện pháp nâng cao chất lượng điện năng trong lưới phân phối huyện Phú Bình, Trần Hữu Tiên, LVThS, ĐH Thái Nguyên, 2014.

Đề tài trình bày các phương pháp nâng cao chất lượng điện năng, ứng dụng tái cấu trúc lưới điện phân phối huyện Phú Bình. Úng dụng chạy chương trình mô phỏng tính toán hệ thống điện PSS/ADEPT phiên bản 5.0 ứng dụng cho bài toán mẫu Civanlar 3 nguồn và lƣới điện phân phối huyện Phú Bình.

* Nâng cao chất lượng điện năng lưới điện phân phối theo phương pháp tái cấu trúc lưới, Phạm Thị Hồng Anh, Tạp chí Khoa Học & Công Nghệ, ĐH Thái Nguyên, số 128, 2014.

Dựa trên cấu trúc lưới điện có sẵn, tác giả đưa ra giải thuật tính toán và phân tích bài toán mẫu Civanlar 3 nguồn và cấu trúc lưới điện kín vận hành hở để đánh giá hiệu quả giảm tổn thất điện năng. Kết quả tính toán bằng phần mềm PSS/ADEAPT cho thấy việc thay đổi cấu trúc lưới phân phối mẫu đem lại hiệu quả cao và có thể ứng dụng trong thực tế để vận hành lưới điện.

* Tính toán đề xuất phương án vận hành tối ưu lưới điện phân phối điện lực Trung Tâm Nha Trang đáp ứng tiêu chí của EVN CPC, Cao Thanh Tuấn, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.

Đề tài sử dụng phần mềm PSS/ADEPT 5.0 thực hiện các bài toán Topo, bài toán Capo cho lưới điện phân phối 22 kV Điện lực Trung tâm Nha Trang.

* Nghiên cứu nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối điện lưc Vạn Ninh tỉnh Khánh Hòa, Lê Hữu Trường, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.

Đề tài khảo sát, sử dụng các phần mềm CMIS và PSS/ADEPT để phân tích tổn thất, đánh giá thực trạng lưới điện, hiện trạng tổn thất tại lưới điện của Điện lực Vạn Ninh, từ đó phân tích đưa ra giải pháp giải quyết những vấn đề tồn tại.

* Nghiên cứu phương thức vận hành tối ưu cho lưới điện phân phối thành phố Cam Ranh Tỉnh Khánh Hòa, Lê Văn Lâm Phú, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.

Đề tài nghiên cứu các chê độ vận hành hệ thống điện, vị tri các điểm mở của lưới phân phối sao cho hàm mục tiêu tổn thất công suất trong lưới điện đạt giá trị nhỏ nhất, điện áp tại các nút thay đổi trong một giới hạn cho phép. Ngoài ra, đề tài còn tập trung tinh toán phương thức vận hành các giàn tụ bù cố định và đóng cắt hiện có trên lưới để tổn thất công suất là bé nhất.

* Đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện phân phối huyện Lâm Hà, Tỉnh Lâm Đồng, Nguyễn Hà Lâm, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2018.

Đề tài sử dụng phần mềm PSS/ADEPT tính toán tổn thất điện năng đối với lưới điện hiện hữu đang vận hành do Điện lực Lâm Hà – Công ty Điện lực Lâm Đồng quản lý, sau đó phân tích và đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng.

Các công trình nghiên cứu trên áp dụng phần mềm PSS/Adept để giải quyết các bài toán đơn lẻ như tái cấu trúc lưới giảm tổn thất công suất, xác định vị trí bù và dung lượng bù, nâng cao độ tin cậy của lưới điện, nâng cao chất lượng điện năng trên lưới điện điển hình, hay lưới điện địa phương. Tuy nhiên, giá trị thực tiễn còn hạn chế vì chỉ tính toán cho một kịch bản tải, và chưa xét đến kịch bản phát triển tải trong tương lai.

1. **Nghiên cứu ngoài nước**

* Energy Loss Reduction in Distribution System, Ahmed Hamzah Kadhim, International Journal of Science and Research, Volume 4 Issue 2, February 2015.

Bài báo này nghiên cứu vấn đề giảm tổn thất năng lượng trong hệ thống điện phân phối sử dụng phần mềm PSS/Adept 5.3.2.

* Analysis of Technical Loss in Distribution Line System, Narong Mungkung, Nittaya Gomurut, Tanes Tanitteerapan, Somchai Arunrungrusmi, Weerachai Chaokumnerd and Toshifumi Yuji, Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics, 2009.

Bài báo này nghiên cứu vấn đề giảm tổn thất kỹ thuật trong hệ thống điện phân phối của Điện lực PEA sử dụng phần mềm PSS/Adept.

* Network Reconfiguration to Improve the Performance of Distribution System under Fault Condition in the Presence of Distributed Generation, Zuhaila Mat Yasin, Titik Khawa Abdul Rahman, 2015.

Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và kích thước của nguồn phân tán đến tổng tổn thất và điện áp trong hệ thống phân phối khi tái cấu hình lại mạng sau khi loại trừ sự cố. Nghiên cứu được đề xuất được tiến hành trên hệ thống phân phối IEEE 69 bus. Việc tái cấu hình mạng phân phối được thực hiện bằng ứng dụng TOPO trong chương trình PSS / Adept.

Các công trình nghiên cứu trên đây chủ yếu áp dụng phần mềm PSS/Adept để đề ra biện pháp giảm tổn thất điện năng và tổn thất công suất trong lưới điện phân phối, chưa xét đến bài toán xác định vị trí bù và dung lượng bù, và chưa xét đến bài toàn giảm tổn thất điện năng khi xét đến phát triển phụ tải trong tương lai.

1. **Nhiệm vụ của đề tài**

* Nghiên cứu hiện trạng lưới điện phân phối điện lực Huyện Thanh Bình, Tỉnh Đồng tháp;
* Nghiên cứu các bài toán về tổn thất điện năng trong lưới điện phân phối và các phương pháp giải;
* Nghiên cứu các giải thuật phân tích bài toán TOPO trong phần phềm PSS/ADEPT để xác định điểm dừng (điểm tách lưới) tối ưu sao cho TTĐN của lưới điện đang quản lý vận hành là thấp nhất;
* Lựa chọn cấu hình hợp lý lưới điện phân phối Điện lực Thanh Bình, Tỉnh Đồng tháp;
* Nghiên cứu các giải thuật phân tích bài toán CAPO trong phần phềm PSS/ADEPT để xác định vị trí dung lượng bù tối ưu trong lưới phân phối thực tế đang quản lý vận hành.
* Nghiên cứu và dự báo tình hình phát triển phụ tải và đề xuất phương án vận hành kinh tế nhất.

1. **Giới hạn của đề tài**

Nghiên cứu lưới điện phân phối của Điện lực huyện Thanh Bình và đề xuất giải pháp giảm tổn thất điện năng với sự trợ giúp của phần mềm PSS/ADEPT, có xét đến phát triển phụ tải đến năm 2023.

1. **Các bước tiến hành**

* Tổng quan về lưới phân phối Huyện Thanh Bình, Tỉnh Đồng tháp;
* Nghiên cứu phần mềm mô phỏng PSS/ADEPT 5.0 và xác định cấu hình lưới điện phân phối Huyện Thanh Bình nhằm đảm bảo tỷ lệ tổn thất điện năng của lưới phân phối nằm trong giá trị cho phép;
* Xác định vị trí bù và dung lượng bù cho lưới điện phân phối Điện lực Huyện Thanh Bình với cấu hình lưới được lựa chọn;
* Đề xuất giải pháp giảm tổn thất lưới điện phân phối huyện Thanh Bình xét đến phát triển phụ tải đến năm 2023;
* Kết luận và hướng nghiên cứu phát triển.

1. **Điểm mới của đề tài**

- Nghiên cứu và đề xuất giải pháp giảm tổn thất điện năng cho lưới phân phối huyện Thanh Bình với sự trợ giúp của phần mềm PSS/ADEPT;

* Đề xuất giải pháp giảm tổn thất lưới điện phân phối huyện Thanh Bình xét đến phát triển phụ tải đến năm 2023.

1. **Tính thực tiễn**

- Đề xuất các giải pháp khả thi trong vận hành lưới điện phân phối huyện Thanh Bình nhằm đảm bảo tỷ lệ tổn thất điện năng trong giới hạn cho phép của Điện lực Tỉnh Đồng tháp;

- Kết quả nghiên cứu của luận văn được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho cán bộ công nhân viên Điện lực huyện Thanh Bình và các học viên cao học, nghiên cứu sinh Ngành Kỹ thuật điện.

1. **Phương pháp nghiên cứu**

- Đề tài sử dụng các phương pháp sau:

+ Phương pháp thu thập và nghiên cứu tài liệu.

+ Phương pháp mô hình hóa - mô phỏng.

+ Phương pháp phân tích và tổng hợp.

1. **Nội dung đề tài**

**Chương:** Mở Đầu.

**Chương 1:** Tổng quan về lưới phân phối Huyện Thanh Bình, Tỉnh Đồng tháp;

**Chương 2:** Nghiên cứu sử dụng phần mềm mô phỏng lưới điện phân phối PSS/ADEPT 5.0, đặc biệt là hai bài toán Topo và Capo;

**Chương 3:** Nghiên cứu và đề xuất phương án vận hành lưới điện phân phối huyện Thanh Bình với cấu trúc lưới và phương án bù được lựa chọn;

**Chương 4:**  Nghiên cứu và đề xuất phương án vận hành lưới điện phân phối huyện Thanh Bình có xem xét phát triển tải đến năm 2023;

**Chương 5:** Kết luận và hướng nghiên cứu phát triển;

**Tài liệu tham khảo.**

**Phụ lục**

1. **Tiến độ thực hiện đề tài**

- Tháng 6 năm 2018: Thu thập tài liệu, viết Chương Mở đầu, Chương 1.

- Tháng 7 năm 2018: Xây dựng và bảo vệ chuyên đề.

- Tháng 8 năm 2018: Hoàn thiện chuyên đề theo góp ý của các ủy viên hội đồng.

- Tháng 8, 9 năm 2018: Viết Chương 2.

- Tháng 10, 11 năm 2018: Viết Chương 3.

- Tháng 12 - 01 năm 2019: Viết Chương 4.

- Tháng 02 năm 2019: Viết Chương 5.

- Tháng 03 năm 2019: Hoàn thiện đề tài, viết tóm tắt, soạn trình chiếu.

- Tháng 4 năm 2019: Bảo vệ đề tài.

# Chương 1

# TỔNG QUAN VỀ MẠNG LƯỚI PHÂN PHỐI VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

## 1.1. Đặc điểm của lưới phân phối

Đặc điểm chính của hệ thống lưới phân phối là cung cấp điện trực tiếp đến người sử dụng. Trong công cuộc phát triển đất nước hiện nay, việc cung cấp điện năng là một trong những ngành quan tâm hàng đầu của Chính Phủ nói chung và của ngành Điện nói riêng. Vì vậy để đảm bảo chất lượng điện năng thì việc nghiên cứu, thiết kế hệ thống lưới điện phân phối là hết sức quan trọng.

Hệ thống phân phối điện năng được xây dựng và lắp đặt phải đảm bảo nhận điện năng từ một hay nhiều nguồn cung cấp và phân phối đến các hộ tiêu thụ.

Lưới phân phối trung áp có điện áp 6, 10,15,22, 35KV phân phối điện cho các trạm phân phối trung hạ áp, lưới hạ áp 220/380V cấp điện cho các phụ tải hạ áp.

Đảm bảo cung cấp điện tiêu thụ ít gây ra tổn thất điện nhất. Bằng các biện pháp cụ thể như có thể có nhiều nguồn cung cấp, có đường dây dự phòng, có nguồn thay thế như máy phát, điện mặt trời …

Lưới điện phân phối vận hành dễ dàng linh hoạt và phù hợp với việc phát triển lưới điện trong tương lai.

Đảm bảo chất lượng điện năng cao nhất về ổn định tần số và ổn định điện áp. Độ biến thiên điện áp cho phép là ± 5% Uđm

Đảm bảo chi phí duy tu, bảo dưỡng là nhỏ nhất.

Lưới phân phối thường có dạng hình tia. Chế độ vận hành bình thường của lưới phân phối là vận hành hở.

Để tăng cường độ tin cậy cung cấp điện người ta có thể sử dụng cấu trúc mạch vòng nhưng thường vận hành ở chế độ hở. Trong mạch vòng các đường dây thường được liên kết với nhau bằng dao cách ly, hoặc máy cắt điện. Các thiết bị này vận hành ở vị trí mở. Khi cần sửa chữa hoặc sự cố thì việc cung cấp điện không bị gián đoạn lâu dài nhờ việc chuyển đổi phương thức cung cấp điện.

So với mạng hình tia, mạng mạch vòng có chất lượng điện tốt hơn. Tuy nhiên, mạch vòng lại tồn tại nhiều vấn đề phức tạp về bảo vệ rơle và hiệu quả khai thác mạch vòng kín so với mạch hình tia thấp hơn với cùng lượng vốn đầu tư.

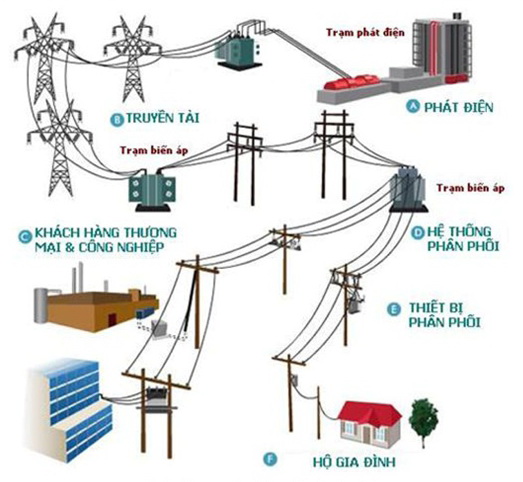
## 1.2. Nhiệm vụ và vai trò của lưới phân phối

Lưới phân phối làm nhiệm vụ phân phối điện năng từ các trạm trung gian (hoặc TKV hoặc thanh cái nhà máy điện) cho các phụ tải.

- Lưới phân phối gồm 2 phần:

+ Lưới phân phối trung áp có điện áp 6,10,15,22kV phân phối điện cho các trạm phân phối trung áp / hạ áp và các phụ tải trung áp.

+ Lưới hạ áp cấp điện cho các phụ tải hạ áp 380/220 V.



**Hình 1-1. Sơ đồ lưới điện**

### Các loại sơ đồ hệ thống lưới phân phối

* Khi thiết kế xây dựng lưới phân phối có thể chọn một trong các hệ thống điện chính sau:
* Hệ thống hình tia đơn giản.
* Hệ thống hình vòng phía cao áp – hình tia phía hạ áp
* Hệ thống chọn lọc phía cao áp – hệ thống chọn lọc phía hạ áp.
* Hai nguồn phía cao áp – hệ thống chọn lọc phía hạ áp.
* Hệ thống mạng hình nút.

### 1.2.1 Sơ đồ lưới điện hình tia

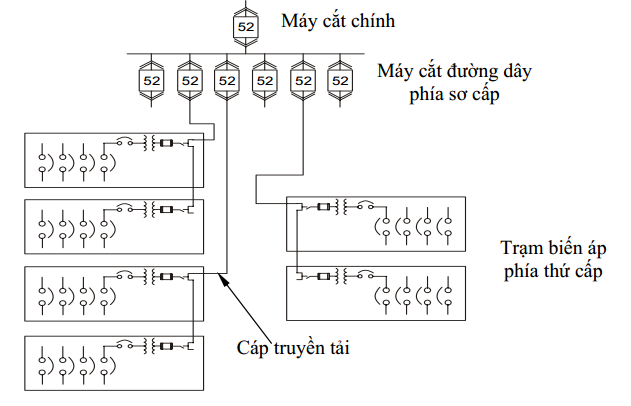
Điều thuận lợi hình tia đơn giản nhận điện ở cấp điện áp cơ bản tại một trạm  
đơn và hạ điện áp xuống cấp sử dụng.

Trong trường hợp này khách hàng nhận điện từ hệ thống cao áp và thông qua  
cơ cấu đóng cắt cao áp, máy biến áp cùng với tủ phân phối phía hạ áp, thiết bị có  
thể tháo ra bằng cầu dao, cách ly phía cao áp, cách ly máy biến áp và cách ly tủ  
phân phối phía hạ áp. Đường dây phía hạ áp chạy từ tủ phân phối nối với các  
Panelboard, ở đây là nơi tiếp nhận tải của nó. Mỗi đường dây được nối với tủ phân  
phối thông qua máy cắt hay thiết bị quá dòng.

Từ đường đó toàn bộ tải được cung cấp điện từ một nguồn đơn, điều thuận lợi ở đây là có thể cấp điện cho nhiều loại tải khác nhau làm giảm tối đa việc lắp đặt  
máy biến áp. Tuy nhiên độ sụt áp cao và hiệu quả sử dụng lại thấp bởi vì những  
đường dây cấp điện bên hạ áp là nguồn cung cấp đơn. Giá thành của đường dây và  
máy cắt bên hạ áp rất cao khi dây dẫn và công suất MBA trên 1000KVA.

Khi có sự cố ở thanh cái thứ cấp hay trong máy biến áp nguồn thì sẽ cắt toàn  
bộ tải. Không thể phục vụ cấp điện cho đến khi việc sửa chữa kết thúc. Sự cố ở  
đường dây hạ áp sẽ cắt toàn bộ tải trên đường dây đó.

Một sơ đồ hình tia cải tiến để có thể cung cấp điện tốt hơn cho hộ tiêu thụ  
được trình bày trong sơ đồ sau đây:



**Hình 1-2. Sơ đồ lưới điện hình tia**

### 1.2.2 Sơ đồ lưới điện hình tia được cải tiến

Từ máy biến áp chính, các đường dây được nối đến các trạm hạ áp thông qua  
những máy cắt phân phối. Mỗi vùng phụ tải sẽ nhận được điện năng từ trạm hạ áp  
đơn vị. Điện áp cao từng bước được hạ xuống ở cấp điện áp thấp hơn phù hợp với  
từng phụ tải. Máy biến áp được nối đến các thanh cái phụ tải của chúng thông qua  
một máy cắt.

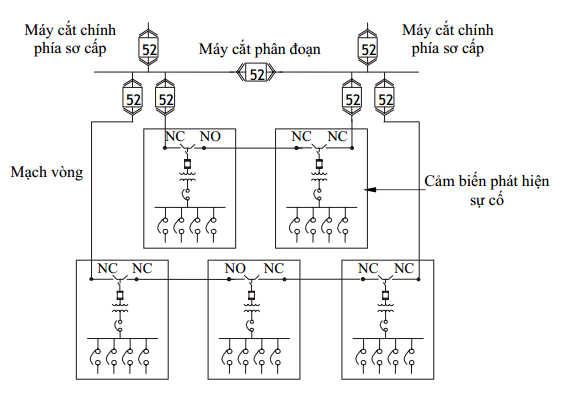
Mỗi trạm hạ áp đơn vị là sự kết hợp giữa máy biến áp ba pha, cầu chì bên cao áp và tủ phân phối bên hạ áp. Tất cả được nối với máy cắt hoặc cầu chì. Những  
mạch này được kết nối với tải qua những thiết bị bảo vệ.

Mỗi máy biến áp xác định rõ một vùng phụ tải và phải có khả năng đáp ứng  
trong trường hợp tải lớn nhất. Nếu có bất kỳ sự thay đổi giữa các vùng phụ tải, đòi  
hỏi các máy biến áp phải có công suất lớn hơn so với trong trường hợp sơ đồ hình  
tia đơn giản. Tuy nhiên do công suất được phân phối đến tải ở điện áp cao nên tổn  
thất điện năng, chi phí lắp đặt giảm xuống, độ ổn định điện áp được cải thiện.

So với sơ đồ hình tia chưa cải tiến, sơ đồ này sẽ giảm được chi phí đầu tư khi  
công suất yêu cầu lớn hơn 1000kVA. Một sự cố ở phía thứ cấp hoặc ở máy biến áp  
phân phối chỉ làm mất điện trong phạm vi phụ tải mà máy biến áp đó đảm trách.

Việc giảm số lượng máy biến áp trên đường dây phía sơ cấp sẽ làm tăng tính  
linh hoạt cung cấp điện của hệ thống. Tối ưu hóa về vận hành cũng như chi phí lắp  
đặt hệ thống phải được tính toán sao cho mức độ an toàn và tính liên tục cung cấp  
điện nằm trong các tiêu chuẩn đề ra.

Hình vòng phía cao áp – hình tia phía hạ áp:

Hệ thống này bao gồm một hay nhiều vòng ở phía cao áp với hai hay nhiều  
máy biến áp nối trên một vòng. Hệ thống này là loại có hiệu quả nhất. Khi có hai vòng phục vụ không ảnh hưởng đến nhau.

**Hình 1-3. Sơ đồ hình vòng phía cao áp và hình tia phía hạ áp**

## 1.3. Tổn thất điện năng

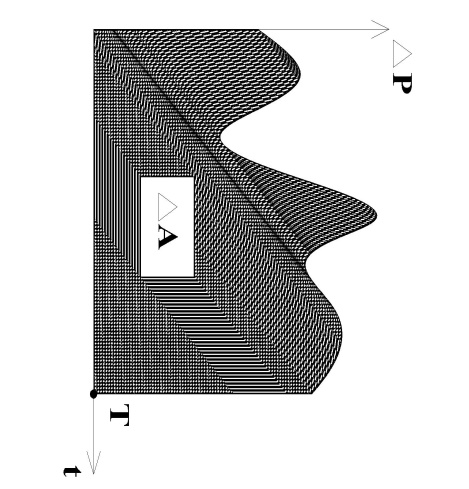
### 1.3.1 Khái niệm chung về tổn thất điện năng

Tổn thất điện năng (TTĐN) trong hệ thống điện (HTĐ) nói chung là chênh lệch giữa lượng điện năng sản xuất từ nguồn điện và lượng điện năng được tiêu thụ tại phụ tải trong một khoảng thời gian nhất định.

Trong thị trường điện, TTĐN trên một lưới điện là sự chênh lệch giữa lượng điện năng đi vào lưới điện (bao gồm từ các nguồn điện và từ các lưới điện lân cận) và lượng điện năng đi ra khỏi lưới điện (bao gồm cấp cho phụ tải của lưới điện đó hoặc đi sang các khu vực lưới điện lân cận) trong một khoảng thời gian nhất định.

Khoảng thời gian xác định TTĐN thường là một ngày, một tháng hoặc một năm tùy thuộc mục đích hoặc công cụ xác định TTĐN.

TT trên một phần tử có thể xác định bằng cách đo lường hoặc tính toán như sau:

Trong đó: – là hàm theo thời gian của tổn thất công suất trên phần tử. -là TTĐN trên phần tử trong thời gian T (diện tích giới hạn và các tọa độ như hình).

Hình 1-4 Tổn thất công suất và TTĐN

#### 1.3.1.1 Phân loại tổn thất

Theo phạm vi quản lý có TTĐN trên lưới điện truyền tải và TTĐN trên lưới điện phân phối. Tỉ lệ TTĐN trong HTĐ chủ yếu ở lưới điện phân phối.

Theo quan điểm kinh doanh điện, TTĐN trên HTĐ được phân thành hai loại là TTĐN kỹ thuật và TTĐN phi kỹ thuật.

TTĐN kỹ thuật: là TTĐN do tính chất vật lý của quá trình tải điện năng gây ra. Loại tổn thất này không thể loại bỏ hoàn toàn mà chỉ có thể hạn chế ở mức độ hợp lý. Có hai loại tổn thất kỹ thuật như sau:

- TTĐN phụ thuộc vào dòng điện: là tổn thất do phát nóng trong các phần tử có tải dòng điện, phụ thuộc vào cường độ dòng điện và điện trở tác dụng của phần tử. Có thể xem đây là tổn thất dọc. Đây là thành phần chính được tính đến trong TTĐN kỹ thuật.

- TTĐN phụ thuộc vào điện áp: bao gồm tổn thất không tải của máy biến áp (MBA), tổn thất vầng quang điện, tổn thất do rò điện (cách điện không tốt), tổn thất trong mạch từ của các thiết bị đo lường...Đây có thể xem là tổn thất ngang.

- TTĐN do chất lượng điện năng.

- TTĐN do thiết kế và vận hành hệ thống điện.

TTĐN phi kỹ thuật: là lượng TTĐN trên HTĐ không liên quan đến tính chất vật lý của quá trình tải điện năng. Nguyên nhân là do vấn đề quản lý HTĐ. Bởi vậy, không thể giải quyết bằng các biện pháp kỹ thuật mà chỉ có thể dùng các biện pháp quản lý trong kinh doanh. Một số trường hợp có thể phân loại để xác định TTĐN ở khâu nào, từ đó có biện pháp xử lý. Ví dụ TTĐN do không được đo, điện năng không được vào hóa đơn, không được trả tiền hoặc chậm trả tiền...TTĐN thương mại chủ yếu xảy ra ở lưới điện phân phối.

#### 1.3.1.2 Vấn đề xác định tổn thất điện năng

Nhìn chung, không có cách xác định chính xác TTĐN. Có nhiều nguyên nhân, nhưng chủ yếu là vì thiếu thông tin do hệ thống đo lường chưa đầy đủ và đồng bộ, số liệu về lưới điện và phụ tải không chính xác... Bởi vậy, thực chất việc xác định TTĐN đúng là đánh giá hoặc dự báo TTĐN.

Trên lưới điện truyền tải, hệ thống thông tin và tự động hóa thường phải đầy đủ để đảm bảo mục tiêu quản lý vận hành an toàn, tối ưu. Cũng nhờ đó, việc đo lường và đánh giá TTĐN chính xác hơn. Đối với lưới điện phân phối, các hệ thống thông tin đo lường, giám sát nhìn chung đơn giản, trong khi khối lượng, chủng loại thiết bị đa dạng, nên việc đánh giá chính xác TTĐN khó khăn hơn nhiều.

Bởi vì TTĐN trong HTĐ chủ yếu nằm ở lưới điện phân phối, nên việc yêu cầu xác định TTĐN chủ yếu đặt ra đối với lưới phân phối là. TTĐN trong lưới điện phân phối nhỏ hơn 10% được coi là chấp nhận được. Nếu TTĐN trên 15% tức là tỷ lệ TTĐN phi kỹ thuật là đáng kể, khi đó cần tính toán thành phần TTĐN kỹ thuật để đánh giá mức độ tổn thất phi kỹ thuật. Bên cạch đó việc xác định TTĐN cũng sẽ cho một bức tranh chung về TTĐN giữa các bộ phận lưới điện và các khu vực phụ tải để từ đó có thể đề xuất các giải pháp giảm TTĐN một cách hiệu quả trên lưới điện.

### 1.3.2 Nguyên nhân của tổn thất điện năng

#### Tổn thất điện năng phụ thuộc dòng điện

Tất cả các phần tử tham gia tải trực tiếp dòng điện trong HTĐ đều có TTĐN do phát nhiệt trên điện trở của phần tử đó. Các phần tử có tổn thất do phát nhiệt trên HTĐ bao gồm:

- Điện trở của các đường dây tải điện, dây dẫn pha, dây trung tính, dây chống sét và dây nối đất. Dây trung tính sẽ gây tổn thất nếu tồn tại dòng trên dây trung tính. Dây chống sét nằm trong điện từ trường của các dây dẫn pha nên cũng có xuất hiện dòng điện cảm ứng và tổn thất điện trở dây chống sét và điện trở nối đất.

- Điện trở cuộn dây trong các MBA lực.

- Điện trở cuộn dây của các máy điện quay.

- Điện trở tiếp xúc của các tiếp điểm trong các thiết bị đóng cắt mạch điện.

- Điện trở tiếp xúc của các mối nối trong mạch điện.

- Các điện trở nhỏ khác như thanh góp, cuộn dây các máy biến áp đo lường, các mạch tụ bù CSPK ...

#### 1.3.2.2 Tổn thất điện năng phụ thuộc điện áp

Tổn thất do vầng quang điện: do hiện tượng phóng điện vầng quang trên đường dây trên không, dây dẫn trần. Hiện tượng Vầng quang là quá trình i-on hóa các phần tử khí gần đường dây tải điện cao áp.

Tổn thất trong lõi thép máy biến áp: Khi một điện áp xoay chiều được đặt lên một cuộn dây MBA, một từ thông xoay chiều được cảm ứng trong lõi thép. Từ thông xoay chiều này gây ra hiện tượng trễ từ (hysteresis) và dòng điện xoáy (Eddy Current) trong lõi thép và do đó gây phát nóng lõi thép. Việc phát nóng lõi thép gây tổn thất không tải (hay còn gọi là tổn thất sắt) vì nó không phụ thuộc vào lượng công suất tải qua MBA.

#### 1.3.2.3 Tổn thất điện năng do chất lượng điện năng

Tổn thất do không đối xứng: Hiện tượng không đối xứng là hiện tượng trong đó điện áp và dòng điện xoay chiều ba pha của hệ thống điện không tạo thành một hệ thống ba pha đối xứng. Có nhiều nguyên nhân gây mất đối xứng như về nguồn, về tải, đặc biệt khí có sự cố ngắn mạch, đứt dây...hệ thống trở nên mất đối xứng, mất cân bằng. Sự mất đối xứng, mất cân bằng gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng điện năng như điện áp các pha không bằng nhau, xuất hiện các sóng hài, gây ảnh hưởng xấu đến hoạt động của thiết bị và làm tăng tổn thất điện năng trong hệ thống điện.

Tổn thất do biến dạng sóng: Hiện tượng biến dạng sóng (waveform distortion) xuất hiện trong HTĐ do rất nhiều nguyên nhân, nhưng chủ yếu do các phụ tải phi tuyến sinh ra. Tác động của sóng hài làm phát nóng máy biến áp, phát nóng máy điện quay, phát nóng đường dây các nguyên nhân trên đều làm tăng tổn thất.

#### 1.3.2.4 Tổn thất điện năng do thiết kế vận hành hệ thống điện

Ngoài những nguyên nhân trên, theo khía cạnh quản lý hệ thống điện còn có một số nguyên nhân khác củng làm gia tăng thêm tổn thất điện năng chung của cả HTĐ. Các nguyên nhân xuất phát từ những bất hợp lý trong quản lý HTĐ từ khâu quy hoạch, thiết kế đến khâu vận hành HTĐ. Những bất hợp lý gây tăng TTĐN bao gồm:

- Trong quy hoạch và thiết kế hệ thống điện:

+ Dự báo thiếu chính xác nhu cầu phụ tải dẫn đến thiết kế lưới điện không hợp lý (tiết diện dây dẫn, số lượng và công suất MBA). Lưới điện bị quá tải là do đánh giá thấp nhu cầu điện năng. Ngược lại, lưới điện non tải là do đánh giá cao nhu cầu dùng điện. Tiết diện dây nhỏ sẽ tăng điện trở và do đó tăng tổn thất. Nhiều cấp điện áp sẽ cần nhiều MBA và làm gia tăng tổn thất không tải.

+ Phân bố nguồn không hợp lý dẫn đến tăng khoảng cách truyền tải.

+ Chọn điện áp vận hành thấp so với yêu cầu cung cấp công suất phụ tải từ khi thiết kế HTĐ sẽ làm tăng đáng kể TTĐN trên lưới điện.

- Trong vận hành HTĐ:

+ Quản lý nhu cầu điện năng (DSM): Mục tiêu của DSM là sử dụng hiệu quả và tiết kiệm điện năng lượng. Các chương trình và giải pháp DSM có thể thực hiện từ khâu quy hoạch cho đến quản lý vận hành HTĐ. Việc thiếu các biện pháp DSM sẽ gây ra hậu quả là đồ thị phụ tải (ĐTPT) không bằng phẳng. Do đó ngoài các vấn đề kinh tế - kỹ thuật gặp phải trong quản lý vận hành lưới điện, ĐTPT không bằng phẳng cũng có nguy cơ làm gia tăng TTĐN, tăng tổn thất không tải ở thấp điểm và quá tải lưới điện ở cao điểm.

+ Phân bố công suất không hợp lý trên lưới điện: Sẽ làm tăng TTĐN của lưới điện. Phụ tải thay đổi liên tục theo ĐTPT trong quá trình sử dụng điện. Ứng với mỗi trạng thái phụ tải HTĐ, có thể thay đổi trạng thái của các thiết bị đóng cắt trên lưới điện để đạt được một dạng sơ đồ lưới điện cho tổn thất công suất thấp nhất.

+ Chế độ cung cấp công suất phản kháng không hợp lý: Đối với các phụ tải tiêu thụ nhiều công suất phản kháng (CSPK), việc quản lý vận hành cac thiết bị dùng điện khong hợp lý có thể dẫn đến hệ số công suất cosφ thấp, nhu cầu CSPK lớn tác động lên lưới cung cấp cho phụ tải làm tăng TTĐN trên lưới điện.

+ Để điện áp vận hành giảm thấp dẫn đến tăng TTĐN: Cũng do phụ tải luôn thay đổi nên trong giai đoạn phụ tải cực đại, nếu không có giải pháp điều chỉnh điện áp hiệu quả sẽ làm điện áp giảm thấp ở các vị trí xa nguồn.

### 1.3.3 Các biện pháp giảm tổn thất điện năng

TTĐN là vấn đề kinh tế. Việc quyết định thực hiện một giải pháp giảm TTĐN dựa trên việc cân nhắc giữa lợi ích thu được nhờ giảm TTĐN và chi phí cho giải pháp đó.

#### 1.3.3.1 Tối ưu hóa tái cấu trúc lưới điện

Phụ tải liên tục thay đổi là động lực chính của các bài toán kinh tế - kỹ thuật trong vận hành HTĐ. Khi phụ tải thay đổi, trào lưu công suất tern6 lưới điện cũng sẽ thay đổi. Do đó, ngoài những điều kiện về kỹ thuật phải đảm bảo như cân bằng công suất, đảm bảo khả năng tải và ổn định điện áp, một yêu cầu đặt ra là phải lựa chọn một phương thức vận hành lưới điện (tương ứng một dạng sơ đồ lưới điện) sao cho cực tiểu hóa tổn thất công suất trên hệ thống. Mô hình toán của bài toán tái cấu trúc tối ưu lưới phân phối điện có dạng [13] trong đó biến là các dòng điện nhánh.

Các ràng buộc:

Trong đó:

Điều kiện:

1. Không có nút bị tách rời (mọi nút phải nối vào một vài nhánh nào đó)

2. quan hệ giữa số nhánh và số nút:

#### 1.3.3.2 Bù công suất phản kháng trong vận hành HTĐ

Nhu cầu CSPK trong HTĐ rất lớn mặc dù nó không sinh công. Đó là do tác dụng của việc tải tiêu thụ điện năng xoay chiều. Các phụ tải chính trong HTĐ gồm động cơ điện (70-75%), MBA (20-25%) và các đường dây (khoảng 5%). Trong đó nhu cầu CSPK chủ yếu (động cơ điện và các MBA của phụ tải) nẳm ở phụ tải của HTĐ như các phụ tải công nghiệp, phụ tải nông nghiệp, phụ tải thương mại dịch vụ... Nhu cầu CSPK liên tục thay đổi theo thời gian. Để đáp ứng nhu cầu này, có thể cấp CSPK từ phía phụ tải hoặc từ phía HTĐ.

- Bù CSPK do phía phụ tải thực hiện là bù cưỡng bức theo yêu cầu của bên cung cấp điện thông qua quản lý hệ số công suất cos phụ tải. Phụ tải được yêu cầu tăng hệ số cos đến một mức nhất định bằng cách đặt bù CSPK phía phụ tải.

Thì lượng CSPK từ HTĐ cấp điện phụ tải sẽ giảm. Điều này không những giảm áp lực cấp CSPK từ HTĐ, tăng khả năng tải CSTD cho HTĐ, mà còn làm giảm tổn thất công suất trên lưới điện.

- CSPK cấp từ phía HTĐ có thể từ các nguồn điện (thường rất hạn chế vì lý do vận hành kinh tế hệ thống điện), từ đường dây từ việc đặt bù CSPK. Có hai loại bù CSPK trên HTĐ.

+ Bù kỹ thuật (hay bù cưỡng bức) nhằm đảm bảo cân bằng công suất phản kháng trong HTĐ: Bù kỹ thuật thường đặt tập trung trên lưới truyền tải, tại các nút thiếu CSPK (điện áp thấp) hoặc nơi dễ điều chỉnh điện áp

+ Bù kinh tế là sự bổ sung cho bù kỹ thuật, thường áp dụng ở lưới phân phối khi lợi ích mang lại lớm hơn chi phí cho thiết bị bù. Đối với lưới phân phối, lợi ích chính là giảm TTĐN trên lưới điện.

* Bài toán bù kinh tế để giảm TTĐN trong lưới phân phối điện nhằm xác định vị trí, dung lượng và chế độ làm việc của tụ bù CSPK sao cho hàm mục tiêu nhỏ nhất. Hàm mục tiêu là tổng đại số các lợi ích và các chi phí khi đặt thiết bị bù:

Trong đó:

* - Lợi ích thu được nhờ giảm TTĐN trên lưới điện đang xét so với khi không đặt bù CSPK, tính theo chi phí biên điện năng cung cấp.
* - Lợi ích thu được do giảm nhu cầu công suất đỉnh nhờ giảm TTĐN tính theo chi phí biên công suất cung cấp ở thời điểm phụ tải cực đại của HTĐ;
* - Lợi ích thu được do trì hoãn đầu tư nâng công suất TBATG cấp điện cho lưới phân phối;
* - Chi phí cho lắp đặt thiết bị bù CSPK;
* - Chi phí TTĐN trên thiết bị bù CSPK;
* - Vector CSPK bù theo các vị trí =(, m - số nút có thể đặt bù CSPK trên lưới điện.

Các ràng buộc chính bao gồm:

* Chất lượng điện áp nút
* Giới hạn công suất bù tại một vị trí
* Tránh phát ngược CSPK về HTĐ.

#### 1.3.3.3 Giảm tổn thất trên đường dây

Giảm điện trở đơn vị của dây dẫn: Sử dụng vật liệu làm dây dẫn có điện trở đơn vị nhỏ, tăng tiết diện dây dẫn. Nhưng giải pháp nay có chi phí thực hiện cao.

Giảm tổn hao do vầng quang điện: Tăng khoảng cách giữa các pha biện pháp này chỉ áp dụng cho lưới điện truyền tải nếu áp dụng trên lưới phân phối không làm giảm tổn thất điện năng nhiều.

#### 1.3.3.4 Giảm tổn thất trong MBA

Giảm tổn thất không tải và có tải trong MBA: Có thể thấy rằng giữa tổn thất không tải và tổn thất có tải và chi phí cho giải pháp có mối liên hệ qua lại. Các giải pháp giảm tổn thất có tải lại có xu hướng khiến cho tổn thất không tải tăng và ngược lại. Tăng tiết diện lõi thép sẽ giảm tổn thất không tải, nhưng sẽ làm tăng chiều dài của các cuộn dây MBA dẫn đến tăng tổn thất đồng.

#### 1.3.3.5 Nâng cao chất lượng điện năng

Giảm mất đối xứng trong HTĐ: Sử dụng đường dây hoán vị pha, phân bố phụ tải đều trên cả ba pha, đặt các thiết bị bù ngang như thiết bị bù tĩnh SVC (Static Var Compensator), thiết bị bù đồng bộ tĩnh STATCOM (Static Synchronous Compensator) và D-STATCOM (dùng cho lưới phân phối điện), các thiết bị bù dọc như bộ điều áp động DVR (Dynamic Voltage Restorer).

Giảm biến dạng sóng hài: Sử dụng các kháng điện để hạn chế sóng hài, ghép các bộ biến tấn nối tiếp hoặc song song để tạo thành bộ biến tần tương đương với số xung tầng, ngăn chặn sóng hài lan truyền: sử dụng các thiết bị lọc sóng hài đặt trực tiếp tai mạch kết nối giữa lưới điện và các nguồn sinh ra sóng hài.

# Chương 2

# CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG CỦA LƯỚI PHÂN PHỐI VÀ NGHIÊN CỨU PHẦN MỀM MÔ PHÒNG PSS/ADEPT 5.0

## 2.1. Các phương pháp xác định tổn thất điện năng

Có hai nhóm phương pháp chính để xác định TTĐN là đo lường và tính toán mô phỏng. Các phương pháp dựa trên đo lường nhìn chung cho kết quả đáng tin cậy hơn, nhưng đòi hỏi một hệ thống đo lường đầy đủ, Hơn nửa phương pháp này khó phân biệt được tổn thất kỹ thuật và tổn thất phi kỹ thuật. Còn phương pháp thông qua tính toán mô phỏng có thể cho phép đánh giá tổn thất đối với mọi phần tử trên lưới điện, tuy nhiên độ chính xác không cao và phụ thuộc rất nhiều vào số liệu ban đầu về lưới điện và phụ tải. Tùy theo mục tiêu tính TTĐN cũng như các nguyên nhân gây ra TTĐN, có thể có thể có nhiều phương pháp mô phỏng và tính toán khác nhau, yêu cầu mức độ đầy đủ về số liệu khác nhau và do đó cho độ chính xác tương ứng của kết quả tính toán TTĐN. Sau đây sẽ lần lượt phân tích tường phương pháp tính toán TTĐN.

### 2.1.1 Xác định tổn thất điện năng bằng phương pháp đo lường

Nhóm phương pháp này sử dụng thiết bị đo trực tiếp điện năng hoặc các đại lượng liên quan để tính ra điện năng chạy qua tất cả các phần tử tải điện gây tổn thất trên hệ thống.

#### 2.1.1.1 Phương pháp dùng công tơ đo điện năng

Theo phương pháp này, công tơ đo điện năng được đặt giữa hai đầu ra các phần tử hoặc điểm kết nối vào ra một khu vực lưới điện nhất định.

B

D1

D2

Tải 1

Tải 2

Hình 2-1: Phương pháp dùng công tơ đo TTĐN

Ang

Ang

At

At

110kV

G1

10kV

G2

220kV

22kV

22kV

H1

Anh

H2

Ag

**Bộ phận lưới điện cần đánh giá TTĐN**

Hình 2-2: Vùng xác định TTĐN bằng phương pháp dùng công tơ đo

TTĐN được xác định như sau:

* Đối với cách đo theo từng phần tử, từ lượng điện năng đo được ở các vị trí vào và , TTĐN được tính đơn giản như sau:
* Đối với một khu vực lưới điện như hình trên, TTĐN được tính như sau:

Trong đó:

- Điện năng nhận từ nguồn và tại điểm liên kết HTĐ;

- Điện năng giao từ điểm liên kết HTĐ và tại phụ tải (trong khu vực lưới đang xét TTĐN);

Những đặc điểm chính của phương pháp này bao gồm:

* Việc đo điện năng tại các điểm đo phải thực hiện cho cùng một chu kỳ thời gian đồng bộ trên các mạch vào ra của lưới điện đang xét.

#### 2.1.1.2 Phương pháp dùng thiết bị đo các thông số lưới điện

Nếu không đo trực tiếp điện năng thì có thể tận dụng các thông số đo lường khác để tính toán TTĐN.

### 2.1.2 Xác định tổn thất điện năng dựa trên mô phỏng

#### 2.1.2.1 Tính toán tổn thất điện năng theo đồ thị phụ tải điển hình

Phương pháp tính toán TTĐN dựa trên ĐTPT điển hình của các nút tải.

Phương pháp tính toán TTĐN dựa trên ĐTPT điển hình của nguồn.

Phương pháp tính toán TTĐN dựa theo đường cong tổn thất.

#### 2.1.2.2 Tính toán tổn thất điện năng theo thời gian tổn thất công suất lớn nhất:

Phương pháp tính toán TTĐN dựa theo thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

## [2.2 Các nghiên cứu khoa học về giảm tổn thất lưới phân phối theo phương pháp tái cấu hình lưới:](#_Toc502593755)

Vấn đề tái cấu trúc hệ thống cũng tương tự như việc tính toán phân bố công suất tối ưu. Tuy nhiên, tái cấu trúc yêu cầu một khối lượng tính toán lớn do có nhiều biến số tác động đến các trạng thái khóa điện và điều kiện vận hành như: LĐPP phải vận hành hở, không quá tải máy biến áp, đường dây, thiết bị đóng cắt …và sụt áp tại hộ tiêu thụ trong phạm vi cho phép.

Do đó, khi tiếp cận bài toán tái cấu trúc, cần sử dụng các phương pháp tìm kiếm tối ưu sẽ cho kết quả tốt hơn. Các phương pháp tìm kiếm tối ưu thường được sử dụng cho bài toán tái cấu trúc như: Phương pháp Heuristic tối ưu hóa, Hệ chuyên gia…

Hiện nay có hai phương pháp phổ biến trong nghiên cứu bài toán tái cấu trúc LĐPP là thuật toán của Merlin và Back (kỹ thuật vòng cắt) đại diện cho phương pháp heuristic kết hợp với kỹ thuật tối ưu và thuật toán của Civanlar (kỹ thuật đổi nhánh) đại diện cho phương pháp thuần túy heuristic.

Về bản chất, heuristic là phương pháp giải quyết vấn đề bằng cách đánh giá kinh nghiệm và tìm kiếm giải pháp tối ưu thông qua các phép thử nghiệm trong quá trình tìm kiếm, và là các quy luật dùng để chọn những cấu hình nào có nhiều khả năng nhất để dẫn đến một giải pháp chấp nhận được. Tuy nhiên do dựa vào kinh nghiệm hoặc trực giác nên heuristic có thể dẫn đến một thuật toán tìm kiếm chỉ đạt được giải pháp gần tối ưu thậm chí có thể không tìm được giải pháp nào. Đây là một hạn chế thuộc về bản chất tìm kiếm heuristic. Do vậy, để hạn chế nhược điểm này, cần phải kết hợp heuristic với các kỹ thuật tối ưu hoặc dựa trên đặc điểm thực tế của đối tượng nghiên cứu. Với bài toán tái cấu trúc LĐPP, nhiều nghiên cứu đã cho thấy: việc kết hợp giữa heuristic và tối ưu hóa tuy tốn nhiều thời gian tính toán nhưng lại có khả năng xác định được cấu trúc lưới điện đạt cực tiểu tổn thất công suất và không phụ thuộc vào cấu trúc ban đầu. đại diện cho nhóm thuật toán này là nghiên cứu của Merlin & Back, và nghiên cứu của Civanlar.

### 2.2.1 Phương pháp Heuristic tối ưu hóa

Một số phương pháp đã được đề xuất để giải quyết vấn đề tái cấu trúc. Trong năm 1975, Merlin và Back đề xuất một phương pháp heuristic có ràng buộc để xác định các cấu trúc lưới cho tổn thất tối thiểu trên đường dây. Để có cấu trúc hình tia, tác giả đã lần lượt loại bỏ những nhánh có dòng công suất chạy qua bé nhất, quá trình sẽ chấm dứt khi lưới điện đạt được trạng thái vận hành hở. Trong quá trình thực hiện, thuật toán không tính mức giảm ΔP khi phân bố lại phụ tải cho từng bước mà chỉ xét đến dòng chạy qua khóa điện. Thuật toán không tính tổn thất ΔP để so sánh lựa chọn cấu hình tối ưu vì đã xuất phát từ điều kiện mở nhánh có dòng bé nhất để mức tổn thất ΔP là bé nhất.

* Những ưu điểm chủ yếu của phương pháp này là:

+ Cấu trúc cuối cùng là độc lập với trạng thái ban đầu của các khóa điện.

+ Quá trình thực hiện phương pháp này dẫn đến tối ưu hoặc gần tối ưu theo các hàm mục tiêu.

* Các hạn chế chính của phương pháp này là:

+ Tải được giả định hoàn toàn là tải tác dụng và được cung cấp bởi các nguồn hiện tại sẽ không thay đổi trong quá trình thực hiện tái cấu trúc.

+ Sụt áp trên lưới được cho là không đáng kể.

+ Các hạn chế khác của lưới điện cũng được bỏ qua.

Dựa trên cơ sở thuật toán này, rất nhiều nghiên cứu về sau đã phát triển, chỉnh sửa cho phù hợp với thực tế vận hành lưới điện cũng như yêu cầu về giảm khối lượng tính toán và nâng cao chất lượng điện năng. Điển hình cho các nghiên cứu đó là thuật toán của Shirmonohammadi và Hong đã cải tiến phương pháp của Merlin & Back và đã thu được kết quả khả quan trong việc tìm kiếm giải pháp tối ưu hoặc gần tối ưu và trạng thái của các khóa điện không phụ thuộc vào cấu trúc lưới. Tác giả Shirmohammadi là người đầu tiên sử dụng kỹ thuật “bơm vào/rút ra” một lượng dòng điện không đổi để mô tả thao tác phân bố lại phụ tải trong LĐPP với giả thiết dòng điện bơm vào/rút ra là một đại lượng liên tục. Phương pháp này khắc phục được tất cả các nhược điểm chính của Merlin & Back .

Xuất phát từ lưới điện ban đầu là lưới điện kín (sau khi đóng tất cả các khóa điện trên lưới), giải bài toán PBCS sẽ lựa chọn nhánh có dòng điện bé nhất trong các vòng độc lập. Sau khi mở nhánh có dòng bé nhất trong lưới điện, giải lại bài toán PBCS cho lưới điện mới, đồng thời kiểm tra các điều kiện về chất lượng điện áp nút, khả năng mang tải của các tuyến dây còn lại. Trong trường hợp không vi phạm chất lượng điện áp các nút và khả năng tải của nhánh, sẽ lặp lại các bước như trên cho đến khi lưới điện hoàn toàn hình tia và các phụ tải đều được cấp điện. Trong trường hợp khóa điện vừa mở vi phạm điều kiện vận hành, sẽ phải đóng khóa điện vừa mở và mở khóa điện có dòng bé nhất tiếp theo trong LĐPP. Sau đó giải lại bài toán PBCS và tiếp tục kiểm tra điều kiện vận hành cho đến khi lưới điện có cấu trúc tia.

Với cách thực hiện như trên dễ nhận thấy rằng thuật toán của Shirmohammadi có xét đến điều kiện chất lượng điện áp và khả năng tải đường dây (điều này khác với thuật toán của Merlin & Back), do đó cấu trúc LĐPP theo thuật toán này đảm bảo được chất lượng điện năng tốt hơn so với thuật toán của Merlin & Back. Tuy nhiên, sau mỗi lần mở khóa điện, phải tiến hành giải lại bài toán PBCS nên tốn nhiều thời gian tính toán. Với các LĐPP phức tạp có n khóa điện thì có khả năng xảy ra đến 2n lần thao tác trên toàn LĐPP để có được một cấu hình LĐPP có tổn thất công suất bé nhất.

Cũng trên cơ sở thuật toán này, rất nhiều nghiên cứu gần đây ứng dụng cho bài toán tái cấu trúc LĐPP có DG, trong đó DG được xem như nguồn phát có công suất hoàn toàn xác định, hàm mục tiêu là tối thiểu tổn thất công suất với hàng loạt các ràng buộc về: Cân bằng tải, chất lượng điện áp, độ tin cậy cung cấp điện…

Các nghiên cứu điển hình khác của Jeon, Goswami với tìm kiếm Tabu (Tabu Search – TS) sử dụng kỹ thuật chuyển đổi nhánh để tái cấu trúc LĐPP. Phương pháp Tabu là phương pháp giải quyết vấn đề bằng cách đánh giá kinh nghiệm và tìm đến giải pháp bằng các phép thử và rút ra sai lầm. Trong phương pháp này, bài toán tái cấu trúc được phát biểu dưới dạng bài toán tối ưu phi tuyến nguyên hỗn hợp, hàm mục tiêu là tối thiểu ΔP. Các ràng buộc được đánh giá thông qua hệ số phạt a. Việc lựa chọn thông số phạt phải phù hợp để sao cho với giải pháp tối ưu thì chất lượng điện năng là tốt nhất. Mặc dù Tabu cho kết quả tìm kiếm khá hiệu quả nhưng nhược điểm là số lần lặp lớn.

Civanlar đã phát triển kỹ thuật đổi nhánh thể hiện ở quá trình thay thế 01 khóa mở bằng 01 khóa đóng trong cùng một vòng để giảm tổn thất công suất. Vòng được chọn để đổi nhánh là vòng có cặp khóa đóng/mở có mức giảm tổn thất công suất lớn nhất. Quá trình được lặp lại cho đến khi không thể giảm được tổn thất nữa .

Giải thuật Civanlar có những ưu điểm sau:

- Nhanh chóng xác định phương án tái cấu trúc có mức tổn thất nhỏ hơn bằng cách giảm số liên kết đóng cắt nhờ qui tắc heuristic và sử dụng công thức thực nghiệm để xác định mức độ giảm tổn thất tương đối.

- Việc xác định dòng tải tương đối chính xác.

Tuy nhiên, giải thuật cũng còn nhiều nhược điểm cần khắc phục:

- Mỗi bước tính toán chỉ xem xét 01 cặp khóa điện trong 01 vòng.

- Chỉ đáp ứng được nhu cầu giảm tổn thất, chứ chưa giải quyết được bài toán cực tiểu hóa hàm mục tiêu.

- Việc tái cấu trúc hệ thống phụ thuộc vào cấu trúc ban đầu của hệ thống điện.

Bran và Wu đã cải tiến giải thuật của Civanlar bằng hai phép tính gần đúng cho dòng công suất và sụt áp trong quá trình chuyển tải. Công suất tính toán trên nhánh theo Bran và Wu chỉ gồm thành phần công suất phụ tải, bỏ qua tổn thất của các nhánh trước đó. Thông qua việc sử dụng phương pháp này, các khó khăn liên quan đến quá tải đường dây và sụt áp được xác định ngay trong giải thuật chứ không phải sau khi kết thúc bài toán. Bran và Wu dễ bị rơi vào các cực tiểu địa phương vì trình tự thay đổi nhánh có tính chất tổ hợp.

### 2.2.2 Các giải thuật dựa trên trí tuệ nhân tạo

Thời gian gần đây, trí tuệ nhân tạo đã trở nên phổ biến đưa đến sự nở rộ của nhiều kỹ thuật như: hệ thần kinh nhân tạo (ANN), giải thuật gen (GA) và hệ chuyên gia (ES) đã được ứng dụng để tái cấu trúc hệ thống. mặc dù việc sử dụng các kỹ thuật dựa trên cơ sở của trí tuệ nhân tạo đã tỏ ra có giá trị trong nhiều ứng dụng, nhưng vẫn chưa thể chứng minh là đã tìm ra được các giải pháp tốt nhất. Với tốc độ phát triển của công nghệ máy tính như hiện nay, chắc chắn trí tuệ nhân tạo sẽ được ứng dụng nhiều hơn trong các bài toán tái cấu trúc hệ thống. Các kỹ thuật áp dụng đồng thời ANN và GA (giải thuật lai) mở ra nhiều triển vọng trong việc giảm đáng kể thời gian tính toán.

#### 2.2.2.1 Thuật toán di truyền – Genetic Algorithm (GA)

Nara sử dụng các thuật toán di truyền (GA) là một thuật toán tìm kiếm dựa trên cơ chế chọn lọc tự nhiên và di truyền tự nhiên. Nó kết hợp sự thích nghi giữa bản chất của di truyền học tự nhiên hoặc quá trình tiến hóa của các cơ quan với chức năng tối ưu hóa. Các tính năng đơn giản của GA làm cho nó phù hợp cho nhiều đối tượng khác nhau khi giải quyết vấn đề tối ưu hóa. Các vấn đề trong việc sử dụng GA dựa trên một nguyên tắc mã hóa và giải mã hiệu quả, cơ chế của nhiễm sắc thể đại diện cho mạng lưới phân phối và cấu trúc của chắc năng thể lực .

Biểu diễn chuỗi dựa trên các chiến lược Heuristic:

Đối với mạng phân phối, khi đóng một khóa điện sẽ tạo một vòng kín. Thuật toán đề nghị bắt đầu bằng việc đóng tất cả các khóa điện để tạo thành một mạng kín. Mạng vòng này sẽ bao gồm nhiều vòng kín và phải thực hiện thao tác mở một điểm “tốt nhất” trên mỗi vòng để cực tiểu tổn thất cho mạch hở. Mở một khóa điện trong mỗi vòng sẽ có được cấu trúc mạng hình tia. tiếp theo là biểu diễn chuỗi:

* Mỗi gen biểu diễn một khóa mở trong vòng, độ dài của chuỗi bằng số vòng.
* Nếu chuỗi có cùng một gen thì mạng có một vòng, mỗi gen trong chuỗi khác nhau.
* Nếu chuỗi có hai hay nhiều gen là khóa điện thông thường trong hai vòng khác nhau thì mạng có một nút bị cách ly.

Quá trình tái sản sinh, lai hóa và đột biến:

Trong quá trình tái sản sinh, chọn một tập hợp các chuỗi cũ để sản sinh một tập các chuỗi mới dựa theo những quy luật hợp lý. Trong quá trình lai hóa, chọn hai chuỗi một cách ngẫu nhiên từ dân số ở cùng một thời điểm. Chọn một hay nhiều vị trí trên hai chuỗi và hoán đổi cho nhau (lai hóa đơn giản hoặc phức tạp). Quá trình đột biến được thực hiện rất hạn chế, sau mỗi chuyển đổi từ 100 – 1000 bit trong quá trình lai hóa, thay đổi một vị trí bit ngẫu nhiên bằng các khóa điện khác nhau trong vòng cho một chuỗi được chọn ngẫu nhiên từ dân số. Phép toán này được sử dụng để thoát khỏi một cực tiểu địa phương. Tuy nhiên trong quá trình này, chuỗi mới tạo ra có thể vi phạm các ràng buộc hình tia và cách ly.

#### 2.2.2.2 Phương pháp logic mờ - Fuzy logic

King và Radha sử dụng một bộ điều khiển logic mờ để thích ứng hoàn toàn và xác suất xảy ra đột biến dựa trên chức năng thể lực. Các ưu điểm chính của hệ thống kiểm soát mờ đối với các phương pháp truyền thống là: khả năng mô hình hóa định lượng các khía cạnh của kiến thức và quá trình lý luận của con người, mô hình hóa ước tính miễn phí, mạnh mẽ, và dễ dàng thực hiện. Logic mờ điều khiển GA luôn luôn tìm ra tối ưu toàn cục và đã được chứng tỏ có sự hội tụ nhanh hơn so với một GA thông thường.

#### 2.2.2.3 Mạng thần kinh nhân tạo – Artificial Neural Network (ANN)

Kim và các cộng sự đã đề xuất một giải thuật gồm hai giai đoạn dựa trên ANN trong nỗ lực tái cấu trúc hệ thống nhằm cực tiểu hóa tổn thất. Nhằm tránh những khó khăn liên quan đến khối lượng lớn các dữ liệu, Kim đã đề nghị chia hệ thống phân phối thành nhiều vùng phụ tải. Tại mỗi vùng, một hệ thống gồm hai ANN sẽ được sử dụng để phân tích mức độ tải và sau đó thực hiện tái cấu trúc tùy theo điều kiện của tải. Việc ứng dụng ANN trong phương pháp này mang lại các kết quả tính toán nhanh vì không cần xem xét trạng thái đóng cắt riêng rẽ trong giải thuật tổng thể. Tuy nhiên, ANN cũng chỉ có thể tìm ra được trạng thái lưới sau tái cấu trúc tốt như tập số liệu huấn luyện. Chính vì vậy tái cấu trúc lưới đề nghị dùng ANN cũng không thể chỉ ra được trạng thái cực tiểu.

#### 2.2.2.4 Hệ chuyên gia – Expert System (ES)

Taylor và Lubkeman đưa ra một hệ chuyên gia tái cấu trúc hệ thống phân phối dựa trên sự mở rộng các quy luật của Civanlar. Taylor và Lubkeman mô tả các mục tiêu cơ bản của họ như tránh quá tải máy biến áp, quá tải đường dây và độ sụt áp không bình thường, các tác giả khẳng định rằng nếu thỏa mãn các điều kiện này hệ thống sẽ đạt tối thiểu hóa tổn thất.

#### 2.2.2.5 Thuật toán bầy đàn – Particle Swarm Method (PSM)

Jin và Zhao trình bày phương pháp dựa trên tối ưu nhị phân bầy đàn cho vấn đề cân bằng tải. Phương pháp này được lấy cảm hứng từ các hành vi xã hội của một đàn chim di cư cố gắng để đến được một điểm đến không được biết trước. Mỗi giải pháp là một con chim trong đàn và được gọi là một “phần tử” tương tự như một nhiễm sắc thể trong GA. Phương pháp này được sử dụng hiệu quả trong việc tìm kiếm cho các giải pháp tối ưu. Hiện nay phương pháp tối ưu hóa bầy đàn Partile swarm optimization (PSO) đã và đang được phát triển và có nhiều cải tiến trong việc ứng dụng vào các bài toán tái cấu trúc lưới điện.

#### 2.2.2.6 Phương pháp mô phỏng luyện kim – Simulated Annealing Method (SA)

Các thuật toán mô phỏng luyện kim lần đầu tiên được đề xuất bởi Scott Kirkpatrick, C. Daniel Gelatt và Mario P.Vecchi vào năm 1953 tuy nhiên nó là dựa trên phương pháp mô phỏng Monte Carlo do Metropolis N. vào năm 1953.

Tên của thuật toán này xuất phát từ quá trình làm lạnh và kết tinh hoặc một kim loại làm mát và ủ tương ứng của một chất lỏng. Ở nhiệt độ cao, một chất lỏng ngẫu nhiên phân tán các phân tử trong một trạng thái năng lượng cao. Khi quá trình làm giảm nguồn nhiệt từ thời điểm này, các hạt từ từ vào một mạng có cấu trúc (pha rắn) tương ứng với từng mức năng lượng. một điều rất quan trọng trong suốt quá trình này là nhiệt độ của hệ thống đạt đến một trạng thái ổn định trước khi giảm nhiệt độ đến cấp độ tiếp theo. Khi nhiệt độ đủ thấp, cấu trúc hệ thống đạt đến trạng thái cơ bản hoặc điểm mà tại đó năng lượng của các chất rắn được giảm tối thiểu. Nếu như quá trình làm mát không được thực hiện đủ chậm, hệ thống không còn ở trạng thái năng lượng tối thiểu, lúc này quá trình được gọi là quá trình dập tắt.

Các trạng thái vật lý của quá trình Luyện kim cũng tương tự như việc xác định gần như toàn bộ các giải pháp tối ưu cho các vấn đề tối ưu hóa. Ý tưởng cơ bản là bắt đầu với cấu hình nguyên tử hiện hành. Cấu hình này tương đương với các giải pháp hiện thời của một vấn đề tối ưu hóa. Năng lượng của các nguyên tử tương tự với chi phí của các hàm mục tiêu và trạng thái cuối cùng tương ứng với cực tiểu của hàm chi phí.

#### 2.2.2.7 Thuật toán tối ưu kiến – Ant Colony Optimization Method (ACO)

Carpento và Chicco trình bày một ứng dụng mới của giải thuật tìm kiếm của đàn kiến cho bài toán tối ưu tái cấu trúc lưới điện phân phối với mục tiêu cực tiểu tổn thất trên hệ thống phân phối với các ràng buộc trong quá trình vận hành. Phương pháp này dựa trên hoạt động tìm kiếm thức ăn của một đàn kiến. Ban đầu, số con kiến bắt đầu từ tổ kiến để đi tìm đường đến nơi có thức ăn. Từ tổ kiến sẽ có rất nhiều con đường khác nhau để đi đến nơi có thức ăn, nên 1 con kiến sẽ chọn ngẫu nhiên một con đường đi đến nơi có thức ăn. Quan sát loài kiến, người ta nhận thấy chúng tìm kiếm nhau dựa vào dấu chân mà chúng để lại trên đường đi. Sau một thời gian lượng dấu chân (pheromone) của mỗi chặng đường sẽ khác nhau do sự tích lũy dấu chân của mỗi chặng đường cũng khác nhauvà do sự bay hơi của dấu chân kiến cũng khác nhau. Sự khác nhau này sẽ ảnh hưởng đến sự di chuyển của những con kiến sau đi trên mỗi đoạn đường. Nếu dấu chân để lại trên đường đi nhiều thì sẽ có khả năng thu hút các con kiến khác di chuyển trên đường đi đó, những chặng đường còn lại do không thu hút được lượng kiến di chuyển sẽ có xu hướng bay hơi dấu chân sau một thời gian qui định. Điều đặc biệt trong cách hành xử loài kiến là lượng dấu chân trên đường đi có sự tích lũy càng lớn thì cũng đồng nghĩa với đoạn đường đó là ngắn nhất từ tổ kiến đến nơi có thức ăn. Phương pháp này đưa ra để giải quyết các bài toán có không gian nghiệm lớn để tìm ra lời giải có nghiệm là tối ưu nhất trong không gian nghiệm đó với thời gian cho phép hay không tìm ra cấu trúc tối ưu hơn thì dừng. Phương pháp này cũng rất thích hợp để giải bài toán tái câu trúc để có thể tìm ra trong các cấu trúc có thể của mạng phân phối có một cấu trúc có tổn thất công suất là nhỏ nhất.

## [2.3 Cơ sở lý thuyết phương pháp tái cấu hình lưới phân phối giảm TTĐN:](#_Toc502593755)

Cấu trúc lưới điện phân phối được tạo nên bởi các nhóm phần tử như máy biến áp, đường dây, và các thiết bị đóng cắt, bảo vệ lưới điện ( cầu chì, máy cắt, …). Trong quá trình vận hành lưới điện, chúng thường được nối tiếp với nhau để tạo nên một cấu trúc hình tia để đáp ứng được các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật. Trong thực tế vận hành, phụ tải sẽ không ngừng thay đổi sẽ làm thay đổi đáng kể phân bố công suất trên các nhánh của LĐPP. Điều này đã làm cho việc vận hành LĐPP trở nên phức tạp, và do đó nhiệm vụ xác định lại vị trí các điểm mở trên LĐPP là quan trọng hơn cả.

Tìm điểm mở mới của LĐPP là đi tìm một cấu hình tối ưu mới của LĐPP để đạt các mục tiêu trong vận hành như: Cải thiện chất lượng điện áp, cải thiện độ tin cậy, giảm tổn thất công suất tác dụng. Mục tiêu chương này là trình bày cơ sở toán học cho bài toán vận hành LĐPP thông qua mô hình toán học và hướng giải quyết vấn đề giảm tổn thất.

## [2.4 Cơ sở lý thuyết phương pháp chọn vị trí bù tối ưu giảm TTĐN lưới phân phối:](#_Toc502593755)

Để tính toán dung lượng bù cho từng phát tuyến, ta phải dựa vào phát tuyến đó để xét xem có bao nhiêu nhánh lớn cần bù. Nếu phát tuyến không có nhánh rẽ lớn thì việc tính toán bù chỉ xét trên phát tuyến đó mà thôi. Còn nếu phát tuyến đó có nhiều nhánh lớn thì ta phải tiến hành tính toán bù trên các nhánh đó coi như các nhánh rẽ đó là một phát tuyến mới.

Sau đây là cách tính toán dung lượng bù cho từng phát tuyến.

Xác định dung lượng bù tổng cho từng phát tuyến:

Để tính toán dung lượng bù cho từng phát tuyến, ta phải dựa vào phát tuyến đó để xét xem có bao nhiêu nhánh lớn cần bù. Nếu phát tuyến không có nhánh rẽ lớn thì việc tính toán bù chỉ xét trên phát tuyến đó mà thôi. Còn nếu phát tuyến đó có nhiều nhánh lớn thì ta phải tiến hành tính toán bù trên các nhánh đó coi như các nhánh rẽ đó là một phát tuyến mới.

Sau đây là cách tính toán dung lượng bù cho từng phát tuyến:

* Xác định dung lượng bù tổng cho từng phát tuyến:

QbùΣ = P(tgφ1 - tgφ2) (kVAr).

* Dung lượng bù tổng của phát tuyến:

Qbùmax = Pmax(tgφ1 - tgφ2) (kVAr).

* Dung lượng bù ở tải cực tiểu (bù nền):

Qbùmin = Qbùnền = Pmin(tgφ1 - tgφ2) (kVAr).

* Dung lượng bù ở tải cực đại (ứng động):

Qbùưđ = Qbùmax - Qbùmin (kVAr).

* Trong đó: Công suất tác dụng của phát tuyến là:

Pmax= 3.U.Imaxcosϕ1 (kW).

Pmin= 3.U.Imincosϕ1 (kW).

Imax và Imin xác định từ đồ thị phụ tải của phát tuyến:

* Hệ số công suất yêu cầu trên phát tuyến:
* Xác định hệ số phụ tải của phát tuyến:

Trong đó:

* + : Công suất đặt của các máy biến áp trên phát tuyến
* Xác định vị trí đặt tụ bù tối ưu:
* *Trường hợp đặt một vị trí:*

Phương trình độ giảm tổn thất khi đặt một tụ bù trên phát tuyến:

ΔP = 3.c.α.x1[(2 - x1)+λ.x1 - c]

Đạo hàm ΔP theo x1 và cho bằng không:

suy ra

Để đơn giản trong việc tính toán, ta áp dụng công thức tỷ số bù tối ưu ở trường hợp tổng quát:

Khi đặt một tụ bù trên phát tuyến, thì tỷ số bù tối ưu sẽ là: c=2/3

Đối với phụ tải phân bố đều, dòng phản kháng ở cuối đường dây bằng không: I2=0 ⎡ λ=0, α=1.

Vậy vị trí đặt tụ bù tối ưu là: chiều dài phát tuyến.

* *Trường hợp đặt hai vị trí:*

Phương trình độ giảm tổn thất khi đặt một tụ bù trên phát tuyến:

ΔP = 3.c.α.{[x1(2 - x1)+λ.x1 - 3c]+[x2(2 – x2)+λ.x2 - c]}

Đạo hàm ΔP theo x1, x2 và cho bằng không:

Suy ra

Khi đặt một tụ bù trên phát tuyến, thì tỷ số bù tối ưu sẽ là: c=2/5

Đối với phụ tải phân bố đều, dòng phản kháng ở cuối đường dây bằng không: I2=0 ⎡ λ=0, α=1.

Vậy, vị trí đặt tụ bù tối ưu là: và chiều dài phát tuyến.

## [Các phương pháp giảm TTĐN thương mại cho lưới phân phối:](#_Toc502593755)

- Thay định kỳ thiết bị đo đếm (TBĐĐ), bao gồm công tơ, máy biến điện áp (VT), máy biến dòng điện (CT).

- Công tác kiểm tra định kỳ hệ thống đo đếm, xử lý công tơ cháy, hỏng.

- Công tác kiểm tra xử lý khách hàng vi phạm trộm cắp điện.

- Triển khai công nghệ giám sát hệ thống đo đếm từ xa: công nghệ PLC, công nghệ IFC.

- Công tác quản lý hệ thống đo đếm.

- Công tác quản lý điều hành ghi chỉ số công tơ.

## [2.6 Hướng dẫn sử dụng chương trình PSS/ADEPT 5.0:](#_Toc502593755)

### 2.6.1 Giới thiệu

#### 2.6.2 Các chức năng của PSS/ADEPT 5.0

# Chương 3

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ THU THẬP SỐ LIỆU TÍNH TOÁN TRONG LƯỚI PHÂN PHỐI

# HUYỆN THANH BÌNH

## 3.1 Giới thiệu về hệ thống lưới điện huyện Thanh Bình

### 3.1.1 Khối lượng quản lý đường dây và TBA

### 3.1.2 Sơ đồ kết dây hiện tại

## 3.2 Xây dựng mô hình lưới điện huyện Thanh Bình:

### 3.2.1 Mô phỏng nút nguồn:

### 3.2.2 Mô phỏng nút tải:

### 3.2.3 Mô phỏng đường dây:

### 3.2.4 Mô phỏng thiết bị:

### 3.2.5 Mô phỏng máy biến áp:

## 3.3 Thu thập thông số tính toán mô phỏng phần mềm PSS/ADEPT 5.0:

### 3.3.1 Thu thập số liệu trên phần mềm Appmeter của Tổng Công ty Điện lực Miền Nam:

### 3.3.2 Thu thập số liệu trên phần mềm MDAS của Tổng Công ty Điện lực Miền Nam:

### 3.3.3 Nhập thông số đầu vào cho chương trình PSS/ADEPT:

# Chương 4

# ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM TTĐN LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI HUYỆN THANH BÌNH

## 4.1 Nghiên cứu và xác định điểm dừng (điểm tách lưới ) tối ưu bằng Modul TOPO Analysis

### 4.1.1 Tính toán xác định vị trí dừng tối ưu TOPO Analysis

### 4.1.2 Đề xuất phương án thực hiện thực tế

## 4.2 Xác định vị trí lắp đặt dung lượng bù tối ưu bằng Modul CAPO

### 4.2.1 Thiết lập các thông số kinh tế để lựa chọn dung lượng và vị trí bù

### 4.2.2 Tính toán xác định vị trí dung lượng bù tối ưu

### 4.2.3 Đề xuất phương án thực hiện thực tế

## 4.3 Xác định tổn thất thương mại trên lưới điện huyện Thanh Bình

## 4.4 Hiệu quả giảm tổn thất sau khi thực hiện các giải pháp

**4.5 Dự báo về tình hình phát triển phụ tải để vận hành kinh tế nhất lưới điện phân phối huyện thanh bình.**

# Chương 5

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN

**5.1 Kết luận:**

**5.2 Hướng nghiên cứu phát triển của đề tài:**

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

**Tiếng Việt:**

1. Khai thác chương trình tính toán cho lưới điện phân phối PSS/Adept, LV ThS, Nguyễn Thị Huyền Phương, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2010.
2. Đánh giá tổn thất điện năng và đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện trung áp tỉnh Hưng Yên, Nguyễn Xuân Bắc, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2012.
3. Nghiên cứu phương pháp tính toán, đánh giá độ tin cậy và các giải pháp nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối tỉnh Hưng Yên, Thái Văn Luân, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.
4. Nghiên cứu và đánh giá các thuật toán bù tối ưu công suất phản kháng, Nguyễn Quang Huy, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.
5. Các biện pháp nâng cao chất lượng điện năng trong lưới phân phối huyện Phú Bình, Trần Hữu Tiên, LVThS, ĐH Thái Nguyên, 2014.
6. Nâng cao chất lượng điện năng lưới điện phân phối theo phương pháp tái cấu trúc lưới, Phạm Thị Hồng Anh, Tạp chí Khoa Học & Công Nghệ, ĐH Thái Nguyên, số 128, 2014.
7. Tính toán đề xuất phương án vận hành tối ưu lưới điện phân phối điện lực Trung Tâm Nha Trang đáp ứng tiêu chí của EVN CPC, Cao Thanh Tuấn, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
8. Nghiên cứu nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối điện lưc Vạn Ninh tỉnh Khánh Hòa, Lê Hữu Trường, , LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
9. Nghiên cứu phương thức vận hành tối ưu cho lưới điện phân phối thành phố Cam Ranh Tỉnh Khánh Hòa, Lê Văn Lâm Phú, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
10. Đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện phân phối huyện Lâm Hà, Tỉnh Lâm Đồng, Nguyễn Hà Lâm, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2018
11. Trần Bách, *Lưới điện & Hệ Thống điện, Tập 1,2,3, In lần thứ 6*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
12. Phan thị Thanh Bình, Hồ Văn Hiến, Nguyễn Hoàng Việt. Thiết kế hệ thống điện, nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.Hồ Chí Minh, 2002.
13. Nguyễn Hữu Phúc, Đặng Tuấn Anh, *Giáo trình tập huấn sử dụng phần mềm phân tích và tính toán lưới điện PSS/ADEPT*. Trường Đại học Bách Khoa-Công ty Điện lực 2, 2007.
14. Trương Việt Anh, Quyền Huy Ánh, Nguyễn Bội Khuê. Tái cấu trúc lưới điện bằng quan hệ mờ.*Tạp chí khoa học và công nghệ số* 40 & 41/2003.
15. Phạm Thị Hồng Anh, Nâng cao chất lượng điện năng lưới điện phân phối theo phương pháp tái cấu trúc lưới, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 128(14):43-48, 2014.
16. Trần Vinh Tịnh, Trương Văn Chương, Bù tối ưu công suất phản kháng lưới điện phân phối, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 2(25):59-66, 2008.
17. Trịnh Trọng Chưởng, Trương Việt Anh. Nghiên cứu và đề xuất một số giải pháp giảm tổn thất điện năng cho Lưới Điện Trung Thế có kết nối nguồn thủy điện nhỏ tại tỉnh Lào Cai. *Đề tài khoa học cấp Bộ Công Thương*. Hà Nội 2011.
18. Lê Kim Hùng. Tối ưu hóa vị trí đặt và công suất phát của nguồn phân tán trên mô hình lưới điện phân phối 22kV. *Tạp chí khoa học & công nghệ* 2008.
19. Trương Minh Tú. Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối Điện lực Liên Chiểu thành phố Đà Nẵng. *Luận Văn Thạc Sỹ*, 2013.
20. Nguyễn Phước Lộc. Tối ưu hóa vị trí thiết bị bù trong mạng phân phối. *Luận Văn Thạc Sỹ*, 2014.

**Tiếng Anh:**

1. Energy Loss Reduction in Distribution System, Ahmed Hamzah Kadhim, International Journal of Science and Research, Volume 4 Issue 2, February 2015.
2. Analysis of Technical Loss in Distribution Line System, Narong Mungkung, Nittaya Gomurut, Tanes Tanitteerapan, Somchai Arunrungrusmi, Weerachai Chaokumnerd and Toshifumi Yuji, Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics, 2009.
3. *PSS/ADEPT 5.2, User’s Guide* – Shaw Power Technologies - 01 / 2005.
4. Zuhaila Mat Yasin, Titik Khawa Abdul Rahman, *Network Reconfiguration to Improve the Performance of Distribution System under Fault Condition in the Presence of Distributed Generation*, 2015.
5. T.A. Short, *Electric Power Distribuion Handbook*, CRC Press, 2004.
6. Noor Fazilah Ayu Suhurani, *Analysis Of Technical Losses In Distribution Line*, 2014.
7. Ahmed Hamzah Kadhim, *Energy Loss Reduction in Distribution System*, 2013.
8. Turan Gonen, *Electric Power Distribution System Engineering*, McGraw-Hill, 1986.
9. Siddharth N. Khobragade1, Dhananjay B. Meshram2 , *Commercial Loss Reduction Techniques in Distribution Sector - An Initiative by MSEDCL*, 2014.
10. Saurabh Bhatt, *Power Transfer Limit of Rural Distribution Feeder*, 2009.
11. Hamed Emara Kassemex, Mohammed Bard, Salwa Ali Ahmed, *Reduction of energy losses in electrical distribution systems*, 2013.
12. Jizhong Zhy, *Optimazation of Power System Operation*, John Wiley & Sons, Inc, 2013.
13. N. Rugthaicharoencheep and S. Sirisumrannukul. *Feeder Reconfiguration for Loss Reduction in Distribution System with Distributed Generators by Tabu Search*. International Journal 3 – 2009.
14. A.Y. Abdelaziz, F.M. Mohammed, S.F. Mekhamer, M.A.L. Badr. *Distribution system reconfiguration using a modified partile swarm optimization algorithm*. 2009.
15. Taher Niknam, Ehsan Azad Farsani. *A hybrid self – adaptive partile swarm optimization and modified shuffled frog leaping algorithm for distribution feeder reconfiguration*. 2010.
16. Hong – Chan Chang and Cheng – Chien Kuo. *Network reconfiguration in distribution systems using simulated annealing*. 1994.
17. Enrico Carpaneto, Gianfranco Chicco. *Distribution system minimum loss reconfiguration in the hyper – cube Ant Colonyy optimization Framework*. 2007.