

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

PHẠM NGỌC THẮNG

**ĐỘ TIN CẬY CỦA LƯỚI ĐIỆN TRUNG ÁP. NGHIÊN CỨU CÁC
BIỆN PHÁP NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY LƯỚI ĐIỆN TRUNG ÁP
THÀNH PHỐ HÀ GIANG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN

THÁI NGUYÊN – NĂM 2014

LỜI MỞ ĐẦU

Điện năng có vai trò rất quan trọng trong công cuộc công nghiệp hoá hiện đại hoá và phát triển kinh tế, xã hội của đất nước. Do đó ngành điện cần phải được quan tâm, phát triển mạnh mẽ để đáp ứng nhu cầu về điện năng ngày càng cao của đất nước. Phụ tải điện ngày càng cao và quan trọng do đó vấn đề phát triển thêm các nhà máy điện hoặc nhà máy thủy điện và hoàn thành lưới điện đang được tiến hành một cách nhanh chóng cấp thiết, sao cho đáp ứng được sự phát triển không ngừng theo thời gian của phụ tải và ngày càng đòi hỏi cao về chất lượng điện năng và độ tin cậy cung cấp điện. Đảm bảo cho có được các phương án dự phòng hợp lý và tối ưu trong chế độ làm việc bình thường cũng như khi xảy ra sự cố. Để đáp ứng yêu cầu cung cấp điện cho khách hàng về chất lượng điện năng, mới có thể phát triển kinh tế xã hội trong tương lai ngày càng cao.

Lưới điện phân phối thường có cấp điện áp là 6kV, 10kV, 22kV, 35 kV phân phối cho các trạm phân phối trung áp, hạ áp và phụ tải trung áp. Các hộ phụ tải nhận điện trực tiếp thông qua các trạm biến áp phân phối, nên khi xảy ra bất kỳ sự cố nào trong lưới điện và trạm biến áp phân phối đều ảnh hưởng trực tiếp đến các hộ tiêu thụ. Để nâng cao được độ tin cậy, tính liên tục cung cấp điện cũng như chất lượng điện năng đảm bảo cho các phụ tải điện, luận văn tập trung chủ yếu vào nghiên cứu các phương pháp nâng cao độ tin cậy cung cấp điện của lưới phân phối nhằm phân tích, tính toán độ tin cậy của lưới điện phân phối, từ kết quả tính toán được đưa ra các biện pháp giảm thiệt hại về kinh tế và thời gian mất điện đối với hộ phụ tải.

Tên đề tài: *Độ tin cậy của lưới điện trung áp. Nghiên cứu các biện pháp nâng cao độ tin cậy lưới điện trung áp Thành phố Hà Giang.*

Mục đích của đề tài: Nêu cơ sở lý thuyết về lưới phân phối, các phương pháp đánh giá độ tin cậy cung cấp điện, các giải pháp nâng cao độ tin cậy của lưới phân phối và áp dụng các phương pháp vào lưới điện cụ thể của Thành phố Hà Giang.

Đối tượng nghiên cứu: Các đường dây phân phối cấp điện áp trung áp, sự ảnh hưởng của các đường dây đến chất lượng điện năng, độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ phụ tải.

Đối tượng nghiên cứu mà đề tài đặt ra là hệ thống cung cấp điện Thành phố Hà Giang.

Đề tài đi sâu vào khai thác hiệu quả và các biện pháp nâng cao độ tin cậy đánh giá độ tin cậy lưới điện trung áp Thành phố Hà Giang - Tỉnh Hà Giang.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về độ tin cậy, kết hợp với khảo sát đánh giá thực trạng của lưới điện phân phối. Trên cơ sở lý thuyết và kết quả khảo sát thực tế đề ra các giải pháp kỹ thuật để nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối.

Sử dụng phần mềm ngôn ngữ lập trình Visual Basic áp dụng tính toán cho lưới điện trung áp Thành phố Hà Giang. Công cụ nghiên cứu là máy tính và các phần mềm.

Bố cục luận văn: Luận văn thực hiện bố cục nội dung như sau:

Lời mở đầu

Chương 1. Tổng quan về độ tin cậy của lưới điện phân phối.

Chương 2. Các phương pháp nghiên cứu độ tin cậy của hệ thống điện và các biện pháp nâng cao độ tin cậy.

Chương 3. Sử dụng phần mềm chương trình tính toán độ tin cậy lưới điện trung áp

Chương 4. Đánh giá độ tin cậy lưới điện phân phối. Áp dụng tính toán cho lưới phân phối Thành phố Hà giang.

Chương 5. Kết luận và kiến nghị.

Do điều kiện thực hiện luận văn có hạn, khối lượng công việc lớn nên luận văn không thể tránh khỏi sai sót. Tác giả rất mong nhận được sự chỉ bảo, góp ý của các thầy cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Chương 1

Tổng quan về độ tin cậy của lưới điện phân phối

1.1. Tổng quan về lưới phân phối.

1.1.1. Định nghĩa và phân loại.

Lưới phân phối điện là một bộ phận của hệ thống điện làm nhiệm vụ phân phối điện năng từ các trạm trung gian, các trạm khu vực hay thanh cái của nhà máy điện cấp điện cho phụ tải.

Nhiệm vụ của lưới phân phối là cấp điện cho phụ tải đảm bảo chất lượng điện năng và độ tin cậy cung cấp điện trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên do điều kiện kinh tế và kỹ thuật, độ tin cậy của lưới phân phối cao hay thấp phụ thuộc vào yêu cầu của phụ tải và chất lượng của lưới điện phân phối.

Lưới phân phối gồm lưới phân phối trung áp và lưới phân phối hạ áp. Cấp điện áp thường dùng trong lưới phân phối trung áp là 6, 10, 15, 22 và 35kV. Cấp điện áp thường dùng trong lưới phân phối hạ áp là 380/220V hay 220/110V.

Lưới phân phối có tầm quan trọng cũng như có ảnh hưởng lớn đến chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của hệ thống điện như:

- Trực tiếp cấp điện và đảm bảo chất lượng điện năng cho phụ tải (chủ yếu là điện áp).

- Giữ vai trò rất quan trọng trong đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải. Tỷ lệ điện năng bị mất (điện năng mất/tổng điện năng phân phối) do ngừng điện được thống kê như sau:

+ Do ngừng điện lưới 110kV trở lên : $(0,1 - 0,3) \times 10^{-4}$.

+ Do sự cố lưới điện trung áp : $4,5 \times 10^{-4}$.

+ Do ngừng điện kế hoạch lưới trung áp: $2,5 \times 10^{-4}$.

+ Do sự cố lưới điện hạ áp : $2,0 \times 10^{-4}$.

+ Do ngừng điện kế hoạch lưới hạ áp : $2,0 \times 10^{-4}$.

Điện năng bị mất do sự cố và ngừng điện kế hoạch trong lưới phân phối chiếm 98%. Ngừng điện (sự cố hay kế hoạch) trên lưới phân trung áp có ảnh hưởng rất lớn đến các hoạt động kinh tế xã hội.

- Chi phí đầu tư xây dựng lưới phân phối chiếm tỷ lệ lớn khoảng 50% của hệ thống điện (35% cho nguồn điện, 15% cho lưới hệ thống và lưới truyền tải).

- Tồn thất điện năng trong lưới phân phối lớn gấp 2-3 lần lưới truyền tải và chiếm (65-70)% tổn thất toàn hệ thống.

- Lưới phân phối gần với người sử dụng điện do đó vấn đề an toàn điện cũng rất quan trọng.

Người ta thường phân loại lưới trung áp theo 3 dạng:

- Theo đối tượng và địa bàn phục vụ:

+ Lưới phân phối thành phố.

+ Lưới phân phối nông thôn.

+ Lưới phân phối xí nghiệp.

- Theo thiết bị dẫn điện:

+ Lưới phân phối trên không.

+ Lưới phân phối cáp ngầm.

- Theo cấu trúc hình dáng:

+ Lưới phân phối hở (hình tia) có phân đoạn, không phân đoạn.

+ Lưới phân phối kín vận hành hở.

+ Hệ thống phân phối điện.

Tóm lại, do tầm quan trọng của lưới điện phân phối nên lưới phân phối được quan tâm nhiều nhất trong quy hoạch cũng như vận hành. Các tiến bộ khoa học thường được áp dụng vào việc điều khiển vận hành lưới phân phối trung áp. Sự quan tâm đến lưới phân phối trung áp còn được thể hiện trong tỷ lệ rất lớn các công trình nghiên cứu khoa học được công bố trên các tạp chí khoa học.

Để làm cơ sở xây dựng cấu trúc lưới phân phối về mọi mặt cũng như trong quy hoạch và vận hành lưới phân phối người ta đưa ra các chỉ tiêu đánh giá chất lượng lưới phân phối. Chất lượng lưới phân phối được đánh giá trên 3 mặt:

- Sự phục vụ đối với khách hàng.

- Ảnh hưởng tới môi trường.

- Hiệu quả kinh tế đối với cách doanh nghiệp cung cấp điện.

Các tiêu chuẩn đánh giá như sau:

- Chất lượng điện áp.
- Độ tin cậy cung cấp điện.
- Hiệu quả kinh tế (giá thành tải điện nhỏ nhất).
- Độ an toàn (an toàn cho người, thiết bị phân phối, nguy cơ hỏa hoạn).
- Ảnh hưởng đến môi trường (cảnh quan, môi sinh, ảnh hưởng đến đường dây thông tin).

Trong các tiêu chuẩn trên, tiêu chuẩn thứ nhất và thứ hai liên quan trực tiếp đến điện năng gọi chung là chất lượng phục vụ của lưới điện phân phối.

1.1.2. Phần tử của lưới điện phân phối.

Các phần tử của lưới điện phân phối bao gồm:

- Máy biến áp trung gian và máy biến áp phân phối.
 - Thiết bị dẫn điện: Đường dây điện (dây dẫn và phụ kiện).
 - Thiết bị đóng cắt và bảo vệ: Máy cắt, dao cách ly, cầu chì, chống sét van, áp tô mát, hệ thống bảo vệ rơ le, giám dòng ngăn mạch.
 - Thiết bị điều chỉnh điện áp: Thiết bị điều áp dưới tải, thiết bị thay đổi đầu phân áp ngoài tải, tụ bù ngang, tụ bù dọc, thiết bị đối xứng hóa, thiết bị lọc sóng hài bậc cao.
 - Thiết bị đo lường: Công tơ đo điện năng tác dụng, điện năng phản kháng, đồng hồ đo điện áp và dòng điện, thiết bị truyền thông tin đo lường...
 - Thiết bị giảm tổn thất điện năng: Tụ bù.
 - Thiết bị nâng cao độ tin cậy: Thiết bị tự động đóng lại, thiết bị tự đóng nguồn dự trữ, máy cắt hoặc dao cách ly phân đoạn, các khớp nối dễ tháo trên đường dây, kháng điện hạn chế ngăn mạch,...
 - Thiết bị điều khiển từ xa hoặc tự động: Máy tính điện tử, thiết bị đo xa, thiết bị truyền, thu và xử lý thông tin, thiết bị điều khiển xa, thiết bị thực hiện,...
- Mỗi phần tử trên lưới điện đều có các thông số đặc trưng (công suất, điện áp định mức, tiết diện dây dẫn, điện kháng, điện dung, dòng điện cho phép, tần số định mức, khả năng đóng cắt, ...) được chọn trên cơ sở tính toán kỹ thuật.

Những phần tử có dòng công suất đi qua (máy biến áp, dây dẫn, thiết bị đóng cắt, máy biến dòng, tụ bù, ...) thì thông số của chúng ảnh hưởng trực tiếp đến thông số chế độ (điện áp, dòng điện, công suất) nên được dùng để tính toán chế độ làm việc của lưới điện phân phối.

Nói chung các phần tử chỉ có 2 trạng thái: Làm việc và không làm việc. Một số ít phần tử có nhiều trạng thái như: Hệ thống điều áp, tụ bù có điều khiển, mỗi trạng thái ứng với một khả năng làm việc.

Một số phần tử có thể thay đổi trạng thái trong khi mang điện (dưới tải) như: Máy cắt, áp tô mát, các thiết bị điều chỉnh dưới tải. Một số khác có thể thay đổi khi cắt điện như: Dao cách ly, đầu phân áp cố định. Máy biến áp và đường dây nhờ các máy cắt có thể thay đổi trạng thái dưới tải.

Nhờ các thiết bị phân đoạn, đường dây điện được chia thành nhiều phần tử của hệ thống điện.

Không phải lúc nào các phần tử của lưới phân phối cũng tham gia vận hành, một số phần tử có thể nghỉ vì lý do sự cố hoặc lý do kỹ thuật, kinh tế khác. Ví dụ tụ bù có thể bị cắt lúc phụ tải thấp để giữ điện áp, một số phần tử lưới không làm việc để lưới phân phối vận hành hở theo điều kiện tổn thất công suất nhỏ nhất.

1.1.3. Cấu trúc và sơ đồ của lưới điện phân phối.

Lưới điện phân phối bao gồm:

- Các phần tử tạo thành lưới điện phân phối.
- Sơ đồ lưới điện phân phối.
- Hệ thống điều khiển lưới điện phân phối.

Cấu trúc lưới điện phân phối bao gồm: Cấu trúc tổng thể và cấu trúc vận hành.

+ Cấu trúc tổng thể: Bao gồm tất cả các phần tử và sơ đồ lưới đầy đủ. Muốn lưới điện có độ tin cậy cung cấp điện cao thì cấu trúc tổng thể phải là cấu trúc thừa. Thừa về số phần tử, về khả năng tải của các phần tử, thừa về khả năng lập sơ đồ. Ngoài ra trong vận hành còn phải dự trữ các thiết bị thay thế và vật liệu để sửa chữa.

Trong một chế độ vận hành nhất định chỉ cần một phần của cấu trúc tổng thể là đủ đáp ứng nhu cầu, ta gọi phần đó là cấu trúc vận hành. Một cấu trúc vận hành gọi là một trạng thái của lưới điện.

Có cấu trúc vận hành bình thường gồm các phần tử tham gia vận hành và các sơ đồ vận hành do người vận hành lựa chọn. Có thể có nhiều cấu trúc vận hành thỏa mãn điều kiện kỹ thuật, người ta phải chọn cấu trúc vận hành tối ưu theo điều kiện kinh tế (tổng thất nhỏ nhất). Khi xảy ra sự cố, một phần tử đang tham gia vận hành bị hỏng thì cấu trúc vận hành bị rối loạn, người ta phải nhanh chóng chuyển qua cấu trúc vận hành sự cố bằng cách thay đổi các trạng thái phần tử cần thiết. Cấu trúc vận hành sự cố có chất lượng vận hành thấp hơn so với cấu trúc vận hành bình thường. Trong chế độ vận hành sau sự cố có thể xảy ra mất điện phụ tải. Cấu trúc vận hành sự cố chọn theo độ an toàn cao và khả năng thao tác thuận lợi.

+ Cấu trúc tĩnh: Trong cấu trúc này lưới điện phân phối không thể thay đổi sơ đồ vận hành. Ở cấu trúc này khi cần bảo dưỡng hay sự cố thì toàn lưới phân phối hoặc một phần lưới phân phối phải ngừng điện. Đó là lưới phân phối hình tia không phân đoạn và hình tia phân đoạn bằng dao cách ly hoặc máy cắt.

+ Cấu trúc động không hoàn toàn: Trong cấu trúc này lưới điện phân phối có thể thay đổi sơ đồ vận hành ngoài tải, tức là trong khi lưới phân phối cắt điện để thao tác. Đó là lưới điện phân phối có cấu trúc kín vận hành hở.

+ Cấu trúc động hoàn toàn: Trong cấu trúc này lưới điện phân phối có thể thay đổi sơ đồ vận hành ngay cả khi đang làm việc, đó là hệ thống phân phối điện.

Cấu trúc động được áp dụng là do nhu cầu ngày càng cao về độ tin cậy cung cấp điện. Ngoài ra cấu trúc động cho phép vận hành kinh tế lưới điện phân phối, trong đó cấu trúc động không hoàn toàn và cấu trúc động hoàn toàn mức thấp cho phép vận hành kinh tế lưới điện theo mùa, khi đồ thị phụ tải thay đổi đáng kể. Cấu trúc động ở mức cao cho phép vận hành lưới điện trong thời gian thực, lưới phân phối trong cấu trúc này phải được thiết kế sao cho có thể vận hành kín trong thời gian ngắn trong khi thao tác sơ đồ.

- Theo quy hoạch cấu trúc lưới điện phân phối có thể chia thành:

+ Cấu trúc phát triển: Đó là lưới phân phối cấp điện cho phụ tải đang còn tăng trưởng theo thời gian và trong không gian. Khi thiết kế quy hoạch lưới này sơ đồ của nó được chọn theo tình huống cụ thể và tính đến sự phát triển trong tương lai.

+ Cấu trúc bão hoà: Đó là lưới phân phối hoặc bộ phận của nó cấp điện cho phụ tải bão hoà, không tăng thêm theo thời gian và không gian.

Đối với lưới phân phối bão hoà thường có sơ đồ thiết kế chuẩn, mẫu đã được tính toán tối ưu. Khi lưới phân phối bắt đầu hoạt động, có thể phụ tải của nó chưa bão hoà mà

còn tăng trưởng, nhưng khi thiết kế đã tính cho phụ tải cuối cùng của trạng thái bão hoà. Lưới phân phối phát triển luôn có các bộ phận bão hoà.

1.1.4. Đặc điểm của lưới điện phân phối miền Bắc.

Mạng lưới điện phân phối hiện nay bao gồm nhiều cấp điện áp: 35kV, 22kV, 10kV, 6kV bao gồm đường dây trên không và cáp ngầm. Trong đó lưới điện 22kV chỉ mới được xây dựng tại một số tỉnh với khối lượng nhỏ. Mạng lưới điện 35kV, 10kV, 6kV được sử dụng cả hai dạng: đường dây cáp ngầm, đường dây trên không (đường dây cáp ngầm chủ yếu xây dựng trong các thành phố lớn). Cả 3 hệ thống lưới điện 35kV, 10kV, 6kV đều thuộc loại lưới điện trung tính không nối đất trực tiếp, đa số thiết kế theo mạng hình tia, liên kết các đường dây còn yếu, độ linh hoạt kém, khi xảy ra sự cố mất điện kéo dài.

- Mạng lưới điện 35kV hiện có được thiết kế, sử dụng các thiết bị theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ. Cấp điện áp 35kV vừa làm nhiệm vụ truyền tải điện thông qua các trạm trung gian 35/6-10kV vừa đóng vai trò phân phối cho các phụ tải qua các trạm 35/0,4kV. Từ năm 1994, Bộ Năng lượng ra quyết định không xây dựng mới các trạm trung gian 35/6-10kV thì lưới 35kV làm nhiệm vụ phân phối phát triển mạnh ở các tỉnh miền núi: Nghệ An, Cao Bằng, Lai Châu, Hà Giang....Lưới 35kV phù hợp với các vùng có bán kính lớn, phụ tải rải rác (vùng sâu, xa, miền núi...), sử dụng chủ yếu đường dây trên không loại AC-35 đến AC-150 với đặc điểm là bán kính cấp điện tương đối dài (100 - 120km), nhiều đường dây 35kV là đường cáp điện độc đạo nên độ tin cậy cung cấp điện không cao.

- Mạng lưới điện 10kV xuất hiện ở miền Bắc sau năm 1954, hiện nay cùng với lưới 35kV. Lưới 10kV phát triển rộng khắp các xã, huyện, thành phố ở miền Bắc, tập trung chủ yếu ở miền đồng bằng, trung du. Hiện tại, lưới điện 10kV có đường dây phát triển tương đối dài, dây dẫn chấp vá, dây dẫn chủ yếu sử dụng AC-35, AC-50, AC-70 gây tổn thất công suất, tổn thất điện áp lớn. Tương lai lưới 10kV sẽ được xoá bỏ, cải tạo sang lưới 22kV.

- Mạng lưới 6kV tồn tại từ thời Pháp thuộc và phát triển trong những thời kỳ đầu của mạng lưới điện Việt Nam và được sử dụng tại các thành phố lớn như Hà Nội, Hải Phòng, Nam Định...(cách đây 30- 40 năm). Ngoài ra lưới điện 6kV còn phát triển tương đối mạnh ở Bắc Giang, Hà Tây cũ, Phú Thọ, Quảng Ninh, Tuyên Quang...chủ yếu tập trung ở các thị xã, thị trấn. Lưới 6kV hiện nay đã trở nên cũ nát, chấp vá không đủ khả năng truyền tải công suất tới các hộ tiêu thụ điện, tỷ lệ tổn thất trên lưới cao, mức độ an toàn thấp. Dây dẫn chủ yếu sử dụng loại AC-35 đến AC-120, có bán kính cấp điện lớn. Lưới 6kV không

phù hợp với sự gia tăng phụ tải, nhất là các thành phố lớn, trong tương lai lưới 6kV sẽ được xoá bỏ và cải tạo sang lưới 22kV.

- Trạm biến áp phân phối miền Bắc: Trạm biến áp phân phối sử dụng các cấp điện áp 35-10-6/0,4kV sử dụng các loại máy 3 pha với công suất đặt: 50, 100, 160, 180, 250, 320, 560, 630, 1000kVA....Các tỉnh có lưới điện phát triển sớm ở miền Bắc hầu như đều sử dụng các máy biến áp ba pha đặt trong trạm xây hoặc sử dụng trạm bệt, có công suất đặt lớn: 320, 400, 560kVA, các lưới mới xây dựng sử dụng các máy biến áp có công suất nhỏ 50, 75, 100kVA...sử dụng kết cấu trạm treo trên hai cột bê tông ly tâm. Các trạm biến áp này có bán kính phụ tải lớn, thường xuyên xảy ra quá tải, gây sự cố mất điện. Các trạm biến áp đa số được cấp điện theo mạng hình tia, thiết bị cũ nát, ít được duy tu bảo dưỡng nên khi xảy ra sự cố thì thời gian mất điện thường kéo dài.

1.2. Tổng quan về độ tin cậy cung cấp điện.

1.2.1. Các khái niệm về độ tin cậy.

Độ tin cậy là xác suất để hệ thống (hoặc phần tử) hoàn thành nhiệm vụ yêu cầu trong khoảng thời gian nhất định và trong điều kiện vận hành nhất định [1].

Như vậy độ tin cậy luôn gắn với việc hoàn thành một nhiệm vụ cụ thể, trong một thời gian nhất định và trong một hoàn cảnh nhất định.

Mức đo độ tin cậy luôn gắn với việc hoàn thành nhiệm vụ trong khoảng thời gian xác định và xác suất này được gọi là độ tin cậy của hệ thống hay phần tử.

Đối với hệ thống hay phần tử không phục hồi, xác suất là đại lượng thống kê, do đó độ tin cậy là khái niệm có tính thống kê từ kinh nghiệm làm việc trong quá khứ của hệ thống hay phần tử.

Đối với hệ thống hay phần tử phục hồi như hệ thống điện và các phần tử của nó, khái niệm khoảng thời gian không có ý nghĩa bắt buộc, vì hệ thống làm việc liên tục. Do đó độ tin cậy được đo bởi đại lượng thích hợp hơn, đó là độ sẵn sàng.

Độ sẵn sàng là xác suất để hệ thống hay phần tử hoàn thành hoặc sẵn sàng hoàn thành nhiệm vụ trong thời điểm bất kỳ.

Độ sẵn sàng cũng là xác suất để hệ thống ở trạng thái tốt trong thời điểm bất kỳ và được tính bằng tỷ số giữa thời gian hệ thống ở trạng thái tốt và tổng thời gian hoạt động.

Ngược lại với độ sẵn sàng là độ không sẵn sàng, nó là xác suất để hệ thống hoặc phần tử ở trạng thái hỏng.