

PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY LƯỚI ĐIỆN TRUNG ÁP SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP CÂY SỰ CỐ

DISTRIBUTION GRID RELIABILITY ANALYSIS USING FAULT TREE METHOD

Lê Xuân Sanh

Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 14/11/2017, Ngày chấp nhận đăng: 18/12/2017, Phản biện: TS. Nguyễn Đức Huy

Tóm tắt:

Phương pháp sơ đồ cây sự cố (fault tree analysis - FTA) là một kỹ thuật suy diễn được sử dụng rộng rãi và phổ biến trong phân tích độ tin cậy của hệ thống, FTA phù hợp để phân tích các hệ thống phức tạp như hệ thống phân phối điện. Phương pháp đạt hiệu quả khi thành lập cây sự cố (hồng học) cần phải có quá trình phân tích và nhận dạng rất sâu sắc về hệ thống. Bài báo trình bày cách xây dựng cây sự cố, viết hàm cấu trúc, phân tích định tính, định lượng, thành lập ma trận và phân tích độ tin cậy cho lưới điện phân phối trung áp, sử dụng sơ đồ IEEE RBTS 2 thanh cái để tính toán và đối chiếu với kết quả phương pháp khác.

Từ khóa:

Cây sự cố, độ tin cậy, lưới điện phân phối, nguyên nhân hồng học.

Abstract:

The fault tree analysis (FTA) method is a constructive technology, widely and popularly used for analyzing the reliability of power system. FTA is suitable for analyzing complex systems such as power distribution system. The effectiveness method with fault tree (failure) establishment need a deep analysis and identification process in the power systems. This paper presents step by step in fault tree construction, structural function constitute, quantitative and qualitative analysis, in order to establish the matrix and to calculate reliability for the medium voltage distribution grid using the IEEE RBTS two bars scheme in comparison with other method results.

Keywords:

Distribution system, fault tree, failure cause, reliability.

1. GIỚI THIỆU

Độ tin cậy của lưới điện phân phối ảnh hưởng trực tiếp đến việc cung cấp điện cho khách hàng. Hiện nay đã có một số phương pháp để đánh giá độ tin cậy lưới điện phân phối như phương pháp đồ thị giải tích, phương pháp không gian trạng

thái, phương pháp Monte-Carlo, tuy nhiên mỗi phương pháp đều có ưu nhược điểm và phù hợp với từng đối tượng riêng [1].

Lưới điện phân phối là một lưới có cấu trúc phức tạp, nhiều phần tử, một phần tử sự cố thì ảnh hưởng đến các phần tử khác, nên FTA là một phương pháp phù hợp để

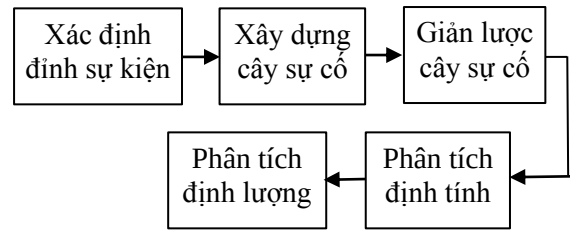
phân tích độ tin cậy cho lưới điện phân phối. Nội dung bài báo thể hiện chỉ sử dụng phương pháp FTA để xây dựng và tính toán cho lưới phân phối và đó cũng là điểm mới so với các bài viết khác.

Phương pháp cây sự cố được phát triển từ những năm 60 thế kỉ XX, FTA lấy phương pháp phân tích ảnh hưởng của sự cố làm cơ bản, tiến hành phân tích nhân tố có thể phát sinh sự cố trong hệ thống (hoặc sản phẩm), từ đó xác định nguyên nhân sự cố từ tất cả các phương pháp tổ hợp và xác suất phát sinh [2]. FTA có thể đặt trạng thái từng đối tượng để tiến hành phân tích, có thể dùng kí hiệu (hình ảnh) để diễn dịch rõ nét từng chi tiết sự cố và quan hệ giữa các khoảng sự cố trong hệ thống, từ đó có thể tìm điểm yếu trong hệ thống. Thông qua phân tích định lượng cây sự cố có thể tính toán độ tin cậy.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Cây sự cố

Cây sự cố là kỹ thuật suy luận các nguyên nhân gây ra sự ngưng hoạt động của hệ thống, được bắt đầu bởi các hỏng hóc hoặc sự cố đặc biệt, gọi là đỉnh sự kiện. Các sự kiện là nguyên nhân trung gian, có thể là đơn lẻ hoặc là kết hợp và kết nối đến sự kiện đỉnh thông qua các cổng logic [2]. Việc xây dựng cây sự cố sẽ giúp người vận hành hệ thống có thể tìm ra những phần tử đóng vai trò trọng yếu trong hệ thống và tìm ra lỗi nhanh nhất trong trường hợp hệ thống gặp sự cố thông qua hàm cấu trúc [3], các bước phân tích độ tin cậy bằng phương pháp cây sự cố như hình 1.



Hình 1. Các bước của phương pháp cây sự cố

2.2. Hàm cấu trúc

Hàm số của cây sự cố sử dụng để miêu tả trạng thái kết cấu của hệ thống. Đại lượng biến đổi của hàm số là trạng thái của thiết bị trong hệ thống, đỉnh sự kiện của cây sự cố là sự cố hệ thống, trong khuôn khổ bài báo này chỉ nghiên cứu hai loại trạng thái của cây sự cố là trạng thái bình thường và sự cố. Dùng hàm số $\Phi(X) = \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ để miêu tả trạng thái đỉnh sự kiện, tức là khi giá trị của $\Phi(X)$ là “1” biểu thị phát sinh sự cố, khi lấy giá trị “0” biểu thị không phát sinh sự cố. Trong cây sự cố trạng thái tĩnh thông thường nhất là hàm “và” và hàm “hoặc”, được viết như sau:

(1) Phương trình của hàm “và”:

$$\Phi(x) = \prod_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Nhận thấy, chỉ cần trong đó $x_i = 0$, thì $\Phi(X) = 0$, biểu thị hệ thống vận hành bình thường.

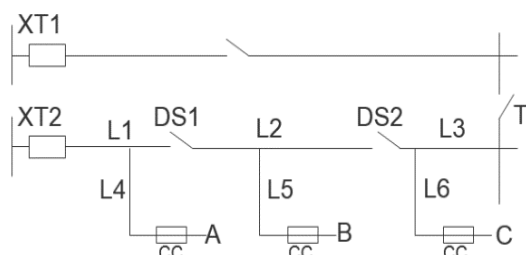
(2) Phương trình của hàm “hoặc”:

$$\Phi(x) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - x_i) \quad (2)$$

Nhận thấy, chỉ cần $x_i = 1$, thì $\Phi(X) = 1$, biểu thị một phần tử sự cố thì cả hệ thống sự cố [3].

2.3. Phương pháp xây dựng cây sự cố cho lưới điện phân phối

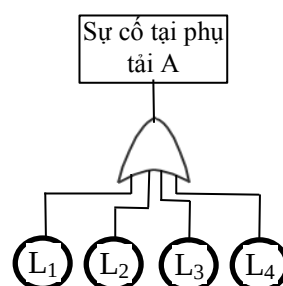
Giả sử, xây dựng cây sự cố cho lưới điện phân phối trung áp (hình 2).



Hình 2. Sơ đồ lưới phân phối trung áp

Các bước thực hiện: Trước tiên phải chọn lựa đỉnh sự kiện, tức là lựa chọn sự cố không mong muốn xảy ra nhất trong hệ thống, sau đó tìm ra tất cả những nguyên nhân trực tiếp có khả năng dẫn đến phát sinh sự cố này, căn cứ vào mối quan hệ giữa chúng, dùng hàm logic để biểu thị; sau đó phân tích tất cả các sự cố đầu vào có liên quan trực tiếp đến sự cố này. Nếu sự cố này vẫn có thể phân tích tiếp thì có thể coi đó là sự cố đầu ra cấp dưới, cho đến khi tất cả sự cố đầu vào không thể phân tích tiếp là được.

Ví dụ trên, hệ thống gồm 3 đoạn trục chính là L1, L2 và L3; 3 phân nhánh, lần lượt là L4, L5, L6, và các dao cách ly. Lấy sự cố tại điểm phụ tải A làm đỉnh sự kiện, thì tất cả nguyên nhân có khả năng gây nên sự cố tại A là: đường trục L1; nhánh L4; cắt dao cách ly. Mà dao cách ly bị cắt là do đoạn L2 và L3 mất điện gây nên. Nếu không xét đến sự cố máy cắt và đóng máy cắt (dao) liên lạc thất bại, thì cây sự cố của điểm phụ tải A được thể hiện như hình 3.

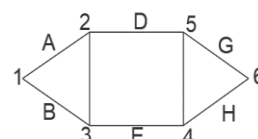


Hình 3. Cây sự cố phụ tải A

2.4. Phân tích cây sự cố

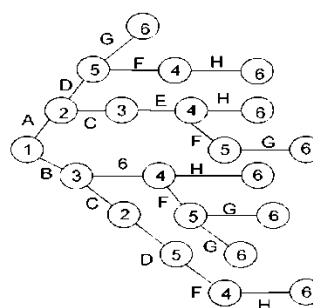
2.4.1. Phân tích định tính cây sự cố

Phân tích định tính cây sự cố chính là tìm ra tất cả sự cố có khả năng phát sinh, tìm ra tất cả lát cắt tối thiểu. Lát cắt là tập hợp các đường cung tạo thành từ sơ đồ cung tròn [4].



Hình 4. Mạng tìm kiếm dạng cầu

Sử dụng phương pháp ma trận đường dẫn tối thiểu để tìm ma trận lát cắt tối thiểu, (hình 4), bắt đầu từ điểm đầu vào lần lượt tìm kiếm đến nút đầu ra, thì sẽ tìm ra cây tìm kiếm như hình 5. Ta có đường dẫn tối thiểu của mạng cầu là: {ADG}, {BEH}, {ACEH}, {BEFG}, {BCDG}, {ACEFG}, {BCDFH}.



Hình 5. Cây tìm kiếm dạng hình cầu

Ma trận đường dẫn tối thiểu của mạng này là:

$$S = \begin{bmatrix} A & B & C & D & E & F & G & H \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Tiếp theo tìm lát cắt tối thiểu bậc một, hai, ba. Do xác suất phát sinh sự cố bậc cao của hệ thống phân phối điện xảy ra tương đối ít, nhưng lại rất nhạy cảm với sự cố bậc một, cho nên trong bài này đã giản lược đi các sự cố dừng hoạt động đối với bậc ba trở lên. Bộ cắt cũng có thể biểu thị thành hình thức ma trận. Trong trường hợp này ma trận bộ cắt C có thể viết thành:

$$C = \begin{bmatrix} A & B & C & D & E & F & G & H \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Theo hình 3, từ lý luận của lát cắt tối thiểu {L1}, {L2}, {L3}, {L4} [5], ta có sơ đồ khối (đẳng trị) tương đương độ tin cậy của nó gồm bốn khối nối tiếp (hình 6).



Hình 6. Sơ đồ đẳng trị độ tin cậy của lưới phân phối

2.4.2. Phân tích định lượng cây sự cố

Trong lát cắt tối thiểu $C = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, x_i biểu thị lát cắt tối thiểu thứ i , và còn bao hàm lẫn nhau, tức là xác suất mất điện hệ thống là:

$$P(S) = P(x_1 \cup x_2 \dots \cup x_n) \\ = \sum_{i=1}^n P\{x_i\} - \sum_{i,j=2}^n P\{x_i x_j\} + \dots + (-1)^{n-1} P\{x_1 x_2 \dots x_n\} \quad (5)$$

Đối với sơ đồ khối độ tin cậy như hình 6, giả sử xác suất sự cố của các phần tử lần lượt là 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, phần tử mất điện là các sự cố độc lập, công thức tính xác suất phát sinh sự cố là (6).

$$P(T) = P(L_1 \cup L_2 \cup L_3 \cup L_4) = P(L_1) + P(L_2) \\ + P(L_3) + P(L_4) - P(L_1 L_2) - P(L_1 L_3) - P(L_1 L_4) - P(L_2 L_3) \\ - P(L_3 L_4) - P(L_2 L_4) + P(L_1 L_2 L_3) + P(L_1 L_2 L_4) \\ + P(L_1 L_3 L_4) + P(L_2 L_3 L_4) - P(L_1 L_2 L_3 L_4) = 0.18723 \quad (6)$$

Thiết lập hàm số mức độ không độ tin cậy $g(Q(x))$ của hệ thống, thì mức độ quan trọng của xác suất tính theo công thức (7).

$$I_i^{Pr} = \frac{\partial g(Q(x))}{\partial Q_i(x)} \quad (7)$$

Ta có kết quả:

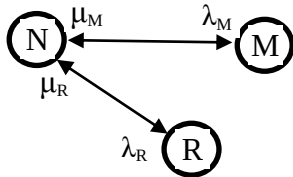
$$I_1^{Pr} = \frac{\partial g}{\partial Q_1} = 1 - Q_2 - Q_3 - Q_4 + Q_2 Q_3 + Q_3 Q_4 \\ + Q_2 Q_4 - Q_2 Q_3 Q_4 = 0.83 \\ I_2^{Pr} = \frac{\partial g}{\partial Q_2} = 0.84; I_3^{Pr} = \frac{\partial g}{\partial Q_3} = 0.86 \\ I_4^{Pr} = \frac{\partial g}{\partial Q_4} = 0.90 \quad (8)$$

Từ kết quả trên, có thể thấy phần tử 4 có mức độ quan trọng của xác suất cao nhất. Biểu thị khả năng gây ra sự cố hệ thống của phần tử 4 là lớn nhất, và phần tử 4

cũng là liên kết yếu của hệ thống, vì thế tiến hành cải tiến phần tử 4 là vấn đề then chốt nhằm nâng cao độ tin cậy của hệ thống.

2.4.3. Mô hình đánh giá độ tin cậy và chỉ tiêu độ tin cậy của lưới phân phối

Trong hệ thống phân phối điện, có thể áp dụng mô hình ba trạng thái để mô phỏng (hình 7), trạng thái bình thường dùng N để biểu thị; R đối ứng sự cố hoặc trạng thái khôi phục, kế hoạch sửa chữa dùng M để biểu thị. λ_R, λ_M lần lượt là tần suất sự cố và tần suất kế hoạch sửa chữa; μ_R và μ_M lần lượt biểu thị tần suất chuyển đổi từ trạng thái sự cố sang trạng thái hoạt động bình thường và tần suất chuyển đổi từ trạng thái sửa chữa sang trạng thái làm việc bình thường.



Hình 7. Mô hình ba trạng thái

Thiết lập xác suất làm việc bình thường, kế hoạch sửa chữa và trạng thái phục hồi dùng vận hành sự cố lần lượt là P_N, P_M, P_R , tổng của chúng là 1, công thức (9).

$$\begin{cases} P_N + P_M + P_R = 1 \\ -(\lambda_R * \lambda_M) * P_N + \mu_R * P_R + \mu_M * P_M = 0 \\ \lambda_R P_N - \mu_R * P_R = 0 \\ \lambda_M * P_N - \mu_M * P_M = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Xác suất nhận được mỗi trạng thái là

phương trình (10).

$$\begin{cases} P_N = \frac{1}{(\lambda_R / \mu_R + \lambda_M / \mu_M + 1)} \\ P_M = \frac{\lambda_M * P_N}{\mu_M} \\ P_R = \frac{\lambda_R * P_M}{\mu_R} \end{cases} \quad (10)$$

Chỉ tiêu độ tin cậy của các điểm phụ tải dựa vào 3 chỉ số: tần suất sự cố năm, λ (lần/a); thời gian bình quân mỗi lần sự cố, γ (h/lần); thời gian sự cố bình quân năm U (h/a) [6]:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i; \gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}; U = \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_i \quad (11)$$

Đối với hai thành phần sửa chữa song song, chỉ tiêu độ tin cậy của phụ tải là:

$$\lambda = \lambda_1 \lambda_2 (\gamma_1 + \gamma_2); \gamma = \frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2}; U = \lambda \gamma \quad (12)$$

Từ đó tìm được chỉ số tin cậy của hệ thống được áp dụng là 6 chỉ số [7], lần lượt là: tần suất ngừng cấp điện trung bình (SAIFI); thời gian ngừng cấp điện trung bình (SAIDI); tần suất ngừng cấp điện bình quân của khách hàng (CAIFI); thời gian ngừng cấp điện trung bình của khách hàng (CAIDI); sẵn sàng cấp điện trung bình (ASAI); không sẵn sàng cấp điện trung bình (ASUI), được tính như công thức (13).

$$\begin{aligned} SAIFI &= \frac{\sum \lambda N_i}{\sum N_i}; CAIFI = \frac{\sum \lambda N_i}{\sum \lambda_i N_i} \\ SAIDI &= \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}; CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \end{aligned}$$

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760};$$

$$ASUI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \quad (13)$$

Trong đó: λ_i , λ - lần lượt là tần suất sự cố năm của phụ tải i và tổng của nó; U_i - thời gian sự cố bình quân năm; N_i : số khách hàng sử dụng điện tại nút i .

2.4.4. Tính toán độ tin cậy cho hệ thống phân phối điện

Tiến hành tính toán cho hệ thống điện hình 2, chỉ số tin cậy của các phần tử trong hệ thống được cho như bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu độ tin cậy của các phần tử

Tên gọi	Xác suất sự cố λ (lần/km. a)	Sửa chữa U/h	Thao tác DCL t/h	Số lượng khách hàng
Trục	0.1	3.0		
Nhánh	0.25	1.0		
DS1, DS2			0.5	
A				250
B				100
C				50

Đối với điểm phụ tải A, tần suất sự cố là:

$$\lambda = \lambda_1 \times (L_1 + L_2 + L_3) + \lambda_2 \times L_4 = 1.35 \quad (14)$$

Thời gian phục hồi trung bình của sự cố điểm phụ tải A là:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^4 \lambda_i \gamma_i}{\lambda} = \frac{1}{1.35} (0.2 \times 3.0 + 0.3 \times 0.5 + 0.1 \times 0.5 + 0.75 \times 1.0) = \frac{1.55}{1.35} = 1.15 \quad (15)$$

Số lần mất điện hàng năm của khách hàng

(ACI) và thời gian mất điện (CID):

$$ACI = \sum \lambda_i N_i = (250 \times 1.35) + (100 \times 1.1) + (50 \times 0.85) = 490$$

$$CID = \sum U_i N_i = (250 \times 1.55) + (100 \times 2.05) + (50 \times 2.05) = 695$$

Tương tự, có thể tính cho phụ tải B và C, kết quả như bảng 2.

Bảng 2. Chỉ số độ tin cậy của các điểm phụ tải

Phần tử		Phụ tải B			Phụ tải C		
		λ / (lần/a)	γ / h	U/ (h/a)	λ / (lần/a)	γ / h	U/ (h/a)
Đường dây chính	L1	0.2	3.0	0.6	0.2	3.0	0.6
	L2	0.3	3.0	0.9	0.3	3.0	0.9
	L3	0.1	0.5	0.05	0.1	3.0	0.3
Đường dây nhánh	L4						
	L5	0.5	1.0	0.5			
	L6				0.25	1.0	0.25
Tổng		1.1	1.86	2.05	0.85	2.41	2.05

Tính được các chỉ số độ tin cậy khác của hệ thống:

$$SAIFI = \frac{ACI}{\sum N_i} = \frac{490}{400} = 1.23$$

$$SAIDI = \frac{CID}{\sum N_i} = \frac{695}{400} = 1.74;$$

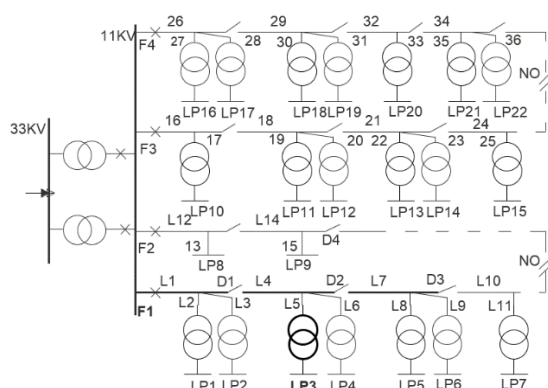
$$CAIDI = \frac{CID}{ACI} = \frac{695}{490} = 1.42$$

$$ASAI = \frac{400 \times 8760 - 695}{400 \times 8760} = 0.999802 \quad (16)$$

Với hệ thống điện như (hình 2) và các giả thiết đã cho trong quá trình tính toán, ta có: Tần suất mất điện trung bình trong năm của hệ thống là 1.23 lần; Mỗi lần mất điện là 1.74h; thời gian trung bình khôi phục cấp điện 1.42h; tỉ lệ có thể cấp điện trung bình là 0.999802.

2.5. Ví dụ tính toán áp dụng

Sử dụng sơ đồ IEEE RBTS Bus2 (hình 8) làm ví dụ để tiến hành phân tích tính độ tin cậy. Bài này chủ yếu tính toán độ tin cậy của đường dây F1, số liệu của các điểm phụ tải và đường dây giả thiết như bảng 3 và 4, số liệu này được lấy như [8,9] để so sánh kết quả sau tính toán.



Hình 8. Sơ đồ hệ thống phân phối điện IEEE RBTS 2 thanh cái

Bảng 3. Số liệu của các điểm phụ tải

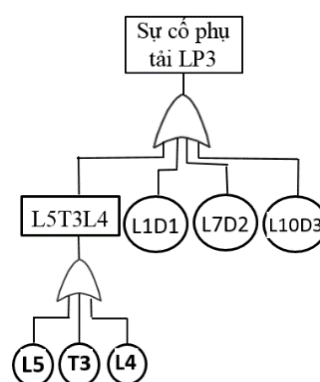
Điểm phụ tải	Phụ tải bình quân (MW)	Số hộ phụ tải
1,2,3	0.535	210
8	1.00	1
9	1.50	1
4,5	0.566	1
6,7	0.454	10

Bảng 4. Các tham số độ tin cậy của các phần tử

Tên phần tử	λ_p /lần/a.km	γ/h	γ_p/h	s/h
Máy biến áp	0.015	200	10	
Đường dây	0.065	5		1

Trong bảng 4, γ_p là thời gian sử dụng phần tử dự phòng thay thế phần tử bị sự cố; S là thời gian trung bình thay thế phục hồi.

Giả sử sự kiện sự cố của điểm phụ tải LP3, tiến hành phân tích từ trên xuống dưới, sự cố đường dây L4, máy biến áp T3 và đường dây nhánh L5 chắc chắn gây nên sự cố điểm phụ tải LP3. Sự cố đường dây L7 và L10 gây ra cắt dao cách ly cũng gây nên sự cố điểm phụ tải; khi đường dây L1 gặp sự cố thì dao cách ly D1 bị ngắt, trong trường hợp không xem xét đến nguồn điện dự phòng, cây sự cố được lập như hình 9.



Hình 9. Sơ đồ cây sự cố của điểm phụ tải LP3

Giả thiết nguồn điện, dao cách ly và cầu chì hoàn toàn đáng tin cậy. Chỉ xem xét đến sự cố của máy biến áp, đường dây, trong trường hợp có cầu chì, sự cố của nhánh thì không ảnh hưởng đến điểm phụ tải khác, tỉ lệ sự cố của điểm phụ tải LP3 là:

$$\lambda_{LP3} = (0.75 \times 3 \times 0.065) + 0.6 \times 0.065 + 0.8 \times 0.065 + 0.015 = 0.25225$$

Tính toán, ta có thời gian mất điện trung bình và thời gian mất điện trung bình năm là:

$$\gamma = 13.9534; U = 3.5273$$

Thông qua phương pháp như trên có thể tìm ra chỉ số độ tin cậy của các điểm phụ tải còn lại, từ chỉ số và số lượng khách

hàng sử dụng có thể tính ra chỉ số độ tin cậy của hệ thống:

SAIFI = 0.2482; SAIDI = 3.4899;

CAIDI = 14.0603; ASAI = 0.999602

So sánh kết quả với kết quả của tài liệu [9] là gần bằng nhau, tài liệu [9] dùng phương pháp so sánh có xét đến các nhân tố không xác định ảnh hưởng đến hệ thống để phân tích, và áp dụng phương pháp giải tích kết hợp phương pháp Monte-Carlo tính toán độ tin cậy của hệ thống. Kết quả trên chứng tỏ tính chính xác của phương pháp sơ đồ cây sự cố trong việc phân tích độ tin cậy của hệ thống phân phối điện.

2.6. Thảo luận

Bài báo mô tả phương pháp ứng dụng cho hệ thống phân phối điện, khi tính toán đã đặt ra một vài giả thiết, để thu hẹp phạm vi xem xét, làm đơn giản hóa quá trình tính toán: (1) Coi nguồn điện và hệ thống truyền tải là đáng tin cậy; (2) Không xem xét đến giới hạn công suất; (3) Các phần tử (thiết bị) là độc lập; (4) Chỉ xem xét đến ảnh hưởng trạng thái tĩnh của sự cố; (5) Không xem xét đến ảnh hưởng của các nhân tố khác như thời tiết... chỉ xem xét đến mất điện do sự cố thiết bị gây nên.

Phương pháp cây sự cố cho hình ảnh rất rõ ràng về nguyên nhân, cách thức xảy ra sự cố và hành vi của hệ thống ảnh hưởng

như thế nào đến độ tin cậy của một hệ thống, từ đó có thể tìm điểm yếu trong hệ thống một cách dễ dàng và chính xác.

Hạn chế của bài báo là chỉ dựa trên việc phân tích độ tin cậy của hệ thống khi các phần tử ở trạng thái tĩnh, mà không xem xét đến ảnh hưởng của hàng loạt phần tử ở trạng thái động như nguồn điện dự phòng, độ tin cậy của hệ thống (nguồn cấp, đường dây truyền tải). Hiện nay, lưới điện phân phối với sự tham gia của nhiều nguồn điện, tham gia của các đường dây dự phòng, hay có nhiều phần tử trạng thái động được sử dụng trong hệ thống điện. Đối với những hệ thống này, việc xác định mô hình toán để tính độ tin cậy của hệ thống từ hàm cấu trúc sẽ được giới thiệu trong bài viết tới.

3. KẾT LUẬN

Phương pháp FTA dễ dàng sử dụng và đạt kết quả chính xác cao khi người xây dựng cần phải hiểu rõ hệ thống. Bài báo thông qua hệ thống phân phối điện điển hình nhằm giới thiệu việc ứng dụng phương pháp cây sự cố trạng thái tĩnh để tính toán độ tin cậy của hệ thống. Sau đó lấy sơ đồ IEEE RBTS 2 thanh cái với số liệu đầu vào tương tự tài liệu tham khảo để tính toán chỉ số độ tin cậy và so sánh với kết quả của phương pháp tính khác, nghiệm chứng tính chính xác của phương pháp phân tích cây sự cố - FTA.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dương Thị Phương Thảo. Tính toán độ tin cậy lưới điện phân phối thành phố Đà Nẵng theo tiêu chuẩn IEEE 1366. Luận văn cao học, Đại học Đà Nẵng, 2010.

- [2] Trần Thanh Phong. Phân tích độ tin cậy của hệ thống sử dụng sơ đồ cây lỗi. Journal of Science, Tien Giang University, Vol 1, Nov. 2014.
- [3] Zefang Zhou, Zheng Liu, Bo Zeng, Yu Pang, Liping He. Application of the Interval Arithmetic in Reliability Analysis of Distribution System. Proceedings of the 2012 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance and Safety Engineering (ICQR2MSE), Chengdu, 2012, 221-223.
- [4] Renyan Jiang. Introduction to quality and Reliability engineering. Beijing Science Press, 2015, 1.
- [5] Jiangmingyue. Network reconfiguration for optimal reliability worth. Xian University of Technology, 2005, 6-30.
- [6] MichaelG.Pecht, C. K. Kailash. Reliability Engineering. Electronic Industry Press, 2011.
- [7] Xie Ying-hua, Zhang Xue-feng, Jiang Hao. Reliability Assessment of Power Distribution System in the Condition of Parameter Change. Guangdong Electric Power, 2011, 24(9).
- [8] R. N. Allan, R. Billinton, I. Sjarief, et al. A reliability test system for education purposes: basic distribution system data and results. IEEE Transations on Power System, 1991, 6(2): 813-820.
- [9] Li jia. Reliability evaluation of distribution system considering composite uncertainty factors. North China Electric Power University, 2008.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Lê Xuân Sanh tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2003; nhận bằng Thạc sĩ năm 2007 ngành hệ thống điện, bằng Tiến sĩ năm 2012 ngành hệ thống điện và tự động hóa tại Đại học Khoa học và Công nghệ Hoa Trung, Trung Quốc.

Lĩnh vực nghiên cứu: Lưới điện thông minh, lưới điện phân phối, tự động hóa hệ thống điện, khí cụ điện.