

**Tiêu chuẩn
quốc tế**

**IEC
781**

xuất bản lần thứ nhất
1989

**Hướng dẫn sử dụng
tính toán dòng ngắn mạch
trong lưới hạ thế**

QUANPHAM.VN

Mục lục

| | |
|--|----|
| 1. Phạm vi áp dụng | 5 |
| 2. Mục tiêu | 5 |
| 3. Phương pháp tính toán chung và các giả thuyết tính toán | 5 |
| 4. Các định nghĩa | 6 |
| 4.1 Ngắn mạch | 6 |
| 4.2 Ngắn mạch xa máy phát điện | 6 |
| 4.3 Dòng ngắn mạch | 6 |
| 4.4 Dòng ngắn mạch giả định (hữu dụng) | 6 |
| 4.5 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k | 6 |
| 4.6 Dòng ngắn mạch đỉnh ip | 6 |
| 4.7 Dòng cắt ngắn mạch đối xứng I_b | 6 |
| 4.8 Dòng ngắn mạch chế độ xác lập I_k | 6 |
| 4.9 Điện áp danh định của một lưới điện U_n | 7 |
| 4.10 Các trở kháng ngắn mạch của trang bị điện | 7 |
| 4.11 Các trở kháng ngắn mạch tại vị trí ngắn mạch F | 8 |
| 4.12 Nguồn điện áp | 8 |
| 4.13 Nguồn điện áp tương đương $cU_n/\sqrt{3}$ | 8 |
| 4.14 Hệ số điện áp C | 8 |
| 5. Các ký hiệu, chỉ số dưới và chỉ số trên | 9 |
| 5.1 Các ký hiệu | 9 |
| 6. Kiểu ngắn mạch | 10 |
| 7. Các phương pháp tính toán và giả định | 10 |
| 7.1 Các thành phần đối xứng | 10 |
| 7.2 Nguồn điện áp tương đương tại vị trí ngắn mạch | 10 |
| 7.3 Các điều kiện để bỏ qua ảnh hưởng của động cơ | 11 |
| 8. Các tổng trở ngắn mạch của trang bị điện | 11 |
| 8.1 Lưới cung cấp cao áp | 11 |
| 8.2 Các máy biến áp | 12 |
| 8.3 Các đường dây trên không và dây cáp | 14 |
| 8.4 Các phân tử trở kháng khác | 15 |
| 8.5 Sự chuyển đổi các trở kháng | 15 |
| 9. Tính toán các dòng ngắn mạch | 15 |
| 9.1 Dòng ngắn mạch ba pha cân bằng | 15 |
| 9.2 Dòng ngắn mạch dây với dây không nối đất | 16 |
| 9.3 Dòng ngắn mạch dây với đất | 17 |
| 10. Ví dụ về các tính toán dòng ngắn mạch dùng các công thức | 17 |
| 10.1 Thủ tục chung | 17 |
| 10.2 Các giải thích đối với dùng những công thức tính toán. | 17 |
| 11. Thí dụ đối với một thiết bị công nghiệp | 19 |
| 11.1 Sơ đồ mạng lưới | 19 |
| 11.2 Các số liệu của trang bị điện | 19 |
| 11.3 Các lưu ý đặc biệt | 20 |

Sửa chữa lại ấn phẩm này

Nội dung kỹ thuật của các ấn phẩm của IEC phải được thường xuyên xem xét lại bởi IEC, như vậy để đảm bảo nội dung phản ánh đúng tình trạng kỹ nghệ hiện hành.

Thông tin về công việc sửa chữa lại, việc phát hành các xuất bản đã được sửa chữa lại và những tờ của bản sửa đổi có thể nhận được từ các ủy ban quốc gia của IEC và từ các nguồn của IEC sau :

- . Thông báo của IEC
- . Cuốn niên giám của IEC
- . Sổ mục lục của các ấn phẩm của IEC
- Xuất bản hàng năm

Thuật ngữ

Đối với thuật ngữ chung, các độc giả nên tham khảo ấn phẩm 50 của IEC. Từ ngữ Kỹ thuật điện quốc tế (IEV), được phát hành ở dạng những chương riêng lẻ, mỗi chương giải quyết một lĩnh vực riêng, bảng Mục lục chung được xuất bản thành cuốn sách riêng. Các chi tiết đầy đủ của IEC được cấp theo yêu cầu.

Những thuật ngữ và định nghĩa được chứa đựng trong ấn phẩm hiện tại hoặc được lấy từ IEV hoặc được tán đồng riêng biệt cho mục tiêu của ấn phẩm này.

Các ký hiệu đồ thị và chữ

Đối với các ký hiệu đồ thị và ký hiệu chữ và dấu, được IEC tán đồng cho sử dụng chung, các độc giả nên tham khảo :

- ấn phẩm 27 của IEC : các ký hiệu chữ đã được sử dụng trong kỹ thuật điện
- ấn phẩm 617 của IEC : các ký hiệu đồ thị cho các sơ đồ

Những ký hiệu và dấu được chứa đựng trong ấn phẩm này hoặc được lấy từ ấn phẩm 27 hoặc 617 của IEC, hoặc được tán đồng riêng biệt cho mục tiêu của ấn phẩm này.

Các ấn phẩm của IEC được soạn thảo do cùng ủy ban kỹ thuật. Các độc giả chú ý tới phía trong tờ bìa sau, liệt kê những ấn phẩm của IEC được phát hành do ủy ban kỹ thuật đã soạn thảo ấn phẩm hiện tại.

ủy ban kỹ thuật điện Quốc tế

**Hướng dẫn áp dụng để tính toán các dòng điện ngắn mạch
Trong những lưới điện áp thấp hình tia**

Lời nói đầu

1. Những quyết định hoặc thỏa thuận của IEC về các vấn đề kỹ thuật, được soạn thảo bởi ủy ban kỹ thuật trong đó có đại diện các ủy ban quốc gia có quan tâm đặc biệt đến vấn đề đó, biểu thị sự nhất trí Quốc tế cao về các chủ đề đã được xem xét.

2. Những quyết định và thỏa thuận này có dạng là các khuyến nghị cho việc sử dụng quốc tế và đã được các ủy ban quốc gia chấp nhận theo nghĩa đó.

3. Nhằm thúc đẩy sự thống nhất quốc tế, IEC biểu lộ sự mong muốn là tất cả các ủy ban quốc gia nên chấp nhận văn bản khuyến dụ của IEC làm quy tắc quốc gia mình khi điều kiện quốc gia cho phép. Bất kỳ sự sai khác nào giữa khuyến dụ của IEC và những quy tắc quốc gia tương ứng trong phạm vi có thể được cần sớm được chỉ rõ trong quy tắc quốc gia đó.

Lời tựa

Bản hướng dẫn này đã được soạn thảo bởi ủy ban kỹ thuật số 73 của IEC : Các dòng điện ngắn mạch.

Nguyên văn của bản hướng dẫn này được đưa vào những tài liệu sau đây :

| Quy tắc Sáu tháng | Biên bản bỏ phiếu |
|-------------------|-------------------|
| 73 (CO)9 | 73 (CO) 10 |

Thông tin đầy đủ về bỏ phiếu tán thành bản hướng dẫn này có thể tìm thấy trong Biên bản bỏ phiếu được chỉ rõ ở bảng trên.

Những ấn phẩm sau của IEC được trích dẫn trong bản hướng dẫn này :

ấn phẩm số 38 (1983) : Các điện áp tiêu chuẩn của IEC

50 : Từ ngữ kỹ thuật điện quốc tế(IEV)

50 (131) (1978) : Chương 131 : Các mạch điện và từ

50 (151) (1978) : Chương 151 : Các thiết bị điện và từ

50 (441) (1984) : Chương 441 : Trang bị đóng cắt, trang bị điều khiển,
cầu chì

các

909 (1988) : Tính toán các dòng ngắn mạch trong lưới điện ba pha có
dòng xoay chiều

Hướng dẫn áp dụng để tính toán các dòng ngắn mạch Trong lưới điện hạ áp hình tia

1. Phạm vi áp dụng

Bản hướng dẫn áp dụng này trình bày rõ một thủ tục được tiêu chuẩn hóa, được phát triển từ ấn phẩm 909 của IEC về tính toán các dòng ngắn mạch trong lưới điện ba pha xoay chiều ở tần số định mức (50 hoặc 60Hz) khi ngắn mạch xảy ra trong lưới điện hạ áp hình tia và khi những điều kiện đơn giản đã cho ở Mục 3 được thỏa mãn.

Để làm thuận tiện việc áp dụng cho những kỹ sư không chuyên trách, một thí dụ được tính toán sử dụng những công thức khuyến nghị bao hàm ở trong

2. Mục tiêu

Mục tiêu của bản hướng dẫn áp dụng này là để trình bày một phương pháp thực hành được sử dụng khi tính toán các dòng ngắn mạch trong lưới điện áp thấp. Phương pháp tương ứng chặt chẽ với ấn phẩm 909 của IEC và dẫn tới các kết quả dè dặt với độ chính xác vừa đủ.

Hai dòng ngắn mạch khác nhau về biên độ được tính toán :

- Dòng ngắn mạch cực đại mà dòng điện này gây ra hiệu ứng nhiệt và điện từ cực đại lên trang bị điện và xác định khả năng hoặc công suất yêu cầu;
- Dòng ngắn mạch cực tiểu mà dòng này có thể là cơ sở cho hiệu chỉnh các thiết bị bảo vệ.

3. Phương pháp tính toán chung và các giả thuyết tính toán

Tính toán các dòng ngắn mạch theo bản hướng dẫn áp dụng này được dựa trên những điều kiện sau :

- Ngắn mạch ở xa máy phát và được cấp tại một điểm bởi một lưới cung cấp điện
 - Lưới hạ áp xem xét không được đấu mạch vòng
 - Những giá trị điện áp nguồn và những trở kháng của tất cả các thiết bị điện được giả định là hằng số
 - Các điện trở tiếp xúc và các trở kháng sự cố không được tính đến
 - Dòng điện ngắn mạch là đồng thời trên tất cả các cực, nếu nhiều pha
 - Dòng điện ngắn mạch không được tính toán đối với những sự nội bộ của một cáp có nhiều đường cáp song song.
 - Không có sự thay đổi của những mạch điện trong suốt khoảng thời gian ngắn mạch. Số những pha liên can được giữ nguyên., Ví dụ : một ngắn mạch ba pha giữ nguyên cả ba pha trong suốt thời gian ngắn mạch.
 - Các dung kháng của đường dây và các độ dẫn nạp song song của các phần tử thụ động được bỏ qua.
 - Những số cố kếp nối đất tại những địa điểm khác nhau không được xem xét
 - Những điều kiện để bỏ qua ảnh hưởng của động cơ, đã cho ở tiểu mục 7.3 phải thỏa mãn. Nếu không, xem ấn phẩm 909 của IEC
 - Những đầu nấc phân áp của máy biến áp được giả định là ở vị trí chính.
 - Theo tiểu mục 4.10.2 : $Z(1) = Z(2)$
- Đối với thông tin nhiều chi tiết hơn xem ấn phẩm 909 của IEC.

4. Các định nghĩa

Đối với mục tiêu của bản hướng dẫn áp dụng này, những định nghĩa sau được dùng. Tham khảo được tiến hành theo Từ ngữ kỹ thuật điện quốc tế (IEV) [ấn phẩm 50 của IEC] khi có thể áp dụng được.

4.1 Ngắn mạch

Đấu nối sự cố hoặc có ý định, bằng một điện trở hoặc trở kháng tương đối nhỏ, của hai hoặc nhiều điểm trong một mạch mà mạch này thường thường là ở các điện áp khác nhau (IEV 151-03-41)

4.2 Ngắn mạch xa máy phát điện

Một ngắn mạch mà trong khi ngắn mạch biên độ của thành phần đối xứng xoay chiều của dòng điện ngắn mạch giả định nhất thiết giữ không đổi.

4.3 Dòng ngắn mạch

Là một quá dòng sinh ra từ một ngắn mạch do một sự cố hoặc một đấu nối không đúng trong một mạch điện (IEV 441-11-07)

Ghi chú. - Cần phân biệt giữa dòng ngắn mạch tại vị trí ngắn mạch và trong các nhánh của lưới điện.

4.4 Dòng ngắn mạch giả định (hữu dụng)

Là dòng điện mà dòng điện này chảy nếu ngắn mạch được thay thế bởi một đấu nối lý tưởng trở kháng không đáng kể không thay đổi gì việc cấp điện.

4.5 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Là giá trị hiệu dụng của thành phần đối xứng dòng xoay chiều của dòng ngắn mạch giả định có thể áp đặt tại thời điểm ngắn mạch nếu trở kháng giữ nguyên giá trị thời điểm không (xem hình 1)

4.6 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Là giá trị tức thời có thể cực đại của dòng ngắn mạch giả định

Ghi chú. - Biên độ của dòng ngắn mạch đỉnh thay đổi theo thời điểm mà tại thời điểm này ngắn mạch xuất hiện. Tính toán dòng ngắn mạch đỉnh ba pha I_p được áp dụng đối với dây dẫn pha và thời điểm mà tại thời điểm này dòng điện ngắn mạch có thể lớn nhất tồn tại.

4.7 Dòng cắt ngắn mạch đối xứng I_b

Là giá trị hiệu dụng của một chu trình đầy đủ của thành phần dòng xoay chiều đối xứng của dòng ngắn mạch giả định tại thời điểm tách tiếp điểm của cực thứ nhất của một thiết bị đóng cắt.

4.8 Dòng ngắn mạch chế độ xác lập I_k

Là giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch mà dòng điện này duy trì sau khi suy giảm hiện tượng quá độ. (xem hình 1)

- I''_k Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu
- i_p Dòng ngắn mạch đỉnh
- I_k Dòng ngắn mạch xác định
- i_{dc} Thành phần (phi chu kỳ) dòng một chiều suy giảm của dòng ngắn mạch
- A Giá trị ban đầu của thành phần phi chu kỳ i_{dc}

Hình 1. Dòng ngắn mạch của một ngắn mạch ở xa máy phát điện
(biểu đồ giản lược)

4.9 Điện áp danh định của một lưới điện U_n

Là điện áp (dây - với - dây) mà bằng điện áp này một lưới điện được chỉ định và theo điện áp này vài đặc tính vận hành được quy chiếu. Các giá trị đã được liệt kê trong ấn phẩm 38 của IEC

4.10 Các trở kháng ngắn mạch của trang bị điện

4.10.1 Trở kháng ngắn mạch thứ tự dương $Z_{(1)}$ của trang bị điện

Là tỷ số của điện áp dây-với-trung tính với ngắn mạch của pha tương ứng của một trang bị điện khi được cấp bởi một hệ thống thứ tự dương đối xứng của các điện áp

Ghi chú. - Chỉ số của ký hiệu $Z_{(1)}$ có thể được bỏ qua nếu không có thể nhầm lẫn với các trở kháng ngắn mạch thứ tự âm và thứ tự không.

4.10.2 Trở kháng ngắn mạch thứ tự âm $Z_{(2)}$ của trang bị điện

Là tỷ số của điện áp dây-với-trung tính với dòng ngắn mạch của pha tương ứng của một trang bị điện khi được cấp bởi một hệ thống thứ tự âm đối xứng của các điện áp.

Ghi chú. - trong bản hướng dẫn áp dụng này, bao trùm những ngắn mạch xa máy phát điện, được giả định là $Z_{(1)} = Z_{(2)}$ trong mọi trường hợp.

4.10.3 Trở kháng ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)}$ của trang bị điện

Là tỷ số của điện áp dây-với-trung tính với dòng ngắn mạch của một pha của một trang bị điện khi được cấp bởi một nguồn điện áp dòng xoay chiều, nếu ba dây dẫn pha song song được sử dụng đối với dòng điện ra và một dây dẫn thứ tư và /hoặc đất được nối chung trở về

4.11 Các trở kháng ngắn mạch tại vị trí ngắn mạch F

4.11.1 Trở kháng ngắn mạch thứ tự dương $Z_{(1)}$ của một hệ thống ba pha dòng xoay chiều.

Là trở kháng của hệ thống thứ tự dương được nhìn từ vị trí ngắn mạch (xem hình 2a)

4.11.2 Trở kháng ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)}$ của một hệ thống ba pha xoay chiều

Là trở kháng của hệ thống thứ tự không được nhìn từ vị trí ngắn mạch (xem hình 2b). Nó bao gồm ba lần trở kháng trung tính-với-đất $3Z_{NE}$

Hình 2. Trở kháng ngắn mạch của một hệ thống ba pha xoay chiều tại điểm ngắn mạch F

a) Trở kháng ngắn mạch thứ tự dương

$$Z(1) = U(1) / I(1)$$

b) Trở kháng ngắn mạch thứ tự không

$$Z(0) = U(0) / I(0)$$

4.12 Nguồn điện áp

Là một phân tử chủ động mà phân tử chủ động này có thể được biểu thị bằng một nguồn điện áp lý tưởng độc lập với tất cả các dòng và áp trong mạch và nối tiếp với phân tử của mạch thụ động (IEV.131.01.07)

4.13 Nguồn điện áp tương đương $cUn/\sqrt{3}$

Là điện áp của nguồn lý tưởng được đặt tại vị trí ngắn mạch trong hệ thống thứ tự dương như chỉ là điện áp tác dụng của lưới điện để tính toán dòng ngắn mạch theo mục 9

4.14 Hệ số điện áp C

Là tỷ số giữa nguồn điện áp tương đương và điện áp lưới danh định Un được chia cho $\sqrt{3}$. Đối với những giá trị xem bảng I

Ghi chú. - Việc giới thiệu của một hệ số điện áp C là cần thiết vì nhiều lý do.

Những lý do đó là :

- Sự biến đổi điện áp phụ thuộc vào thời gian và vị trí
- Thay đổi các đầu phân áp của máy biến áp
- Bỏ qua tải và dung kháng trong tính toán theo Mục 9

5. Các ký hiệu, chỉ số dưới và chỉ số trên

Các ký hiệu của đại lượng phức được gạch dưới, ví dụ $\underline{Z} = R + jX$. Tất cả các phương trình được viết không có đơn vị được chỉ rõ. Những ký hiệu biểu thị các đại lượng có cả hai giá trị và thứ nguyên số mà giá trị và thứ nguyên này độc lập với các đơn vị mặc dù hệ thống đơn vị liên kết được lựa chọn là gì, ví dụ hệ thống đơn vị quốc tế (SI)

5.1 Các ký hiệu

| | |
|----------------------|--|
| A | Giá trị ban đầu của thành phần phi chu kỳ |
| I_k'' | Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu (giá trị hiệu dụng) |
| i_p | Dòng ngắn mạch đỉnh |
| I_b | Dòng cắt ngắn mạch đối xứng (giá trị hiệu dụng) |
| I_k | Dòng ngắn mạch xác lập (giá trị hiệu dụng) |
| S_r | Công suất biểu kiến định mức của trang bị điện |
| P_{krT} | Tổng tổn thất trong các cuộn dây Máy biến áp ở dòng điện định mức |
| U_n | Điện áp lưới danh định, dây - với - dây (giá trị hiệu dụng) |
| $\underline{Z}(1)$ | Trở kháng ngắn mạch tứ tự dương |
| $\underline{Z}(2)$ | Trở kháng ngắn mạch tứ tự âm |
| $\underline{Z}(0)$ | Trở kháng ngắn mạch tứ tự không |
| R_{resp}, r | Giá trị điện trở tuyệt đối tương đối |
| \underline{R}' | Điện trở theo đơn vị chiều dài |
| X_{resp}, x | Cảm kháng, giá trị tuyệt đối tương đối |
| \underline{X}' | Điện kháng theo đơn vị chiều dài |
| c | Hệ số điện áp |
| U'_{kr} | Điện áp ngắn mạch định mức phân trăm |
| U_{Rr} | Điện áp giáng định mức phân trăm |
| L | Chiều dài của dây hoặc cáp |
| t_r | Tỷ số biến đổi định mức (đầu phân áp ở vị trí chính); $t_r \geq 1$ |
| $cU_n/\sqrt{3}$ | Nguồn điện áp tương đương (trị số hiệu dụng) |
| η | Hiệu suất của động cơ phi đồng bộ |
| K | Hệ số đối với các dòng điện ngắn mạch đỉnh |
| $\text{Cos}\varphi$ | Hệ số công suất |
| ρ | Điện trở suất |
| q_n | Tiết diện danh định |

5.2 Các chỉ số lưới

| | |
|--------------|---|
| (1) | Thành phần thứ tự dương |
| (2) | Thành phần thứ tự âm |
| (0) | Thành phần thứ tự không |
| r | Giá trị định mức (IEV 151-04-03) |
| n | Giá trị danh định (IEV 151-04-01) |
| k hoặc k_3 | Ngắn mạch ba pha (hình 3b) |
| K_2 | Ngắn mạch dây với dây không nối đất (hình 3b) |
| K_1 | Ngắn mạch dây với đất, ngắn mạch dây với trung tính (hình 3c) |
| t | Giá trị được biến đổi |
| E | Đất |
| F | Sự cố, vị trí ngắn mạch |
| HV | Cao áp, phía cao áp của một máy biến áp |
| LV | Hạ áp, phía hạ áp của một máy biến áp |
| L | Đường dây hoặc cáp |
| M | Động cơ phi đồng bộ hoặc nhóm các động cơ phi đồng bộ |
| N | Trung tính của một hệ thống xoay chiều ba pha |
| Q | Điểm nối nguồn cấp |
| T | Máy biến áp |

5.3 Các chỉ số trên

Các số giá trị ban đầu (siêu quá độ)
 Các số điện trở hoặc điện kháng theo đơn vị chiều dài

6. Kiểu ngắn mạch

Những kiểu sau của các ngắn mạch được xử lý

Hình 3.- Đặc trưng của các ngắn mạch và của các dòng ngắn mạch. Hướng của mũi tên dòng là được lựa chọn tùy ý

- a. Ngắn mạch ba pha cân bằng (đối xứng)
- b. Ngắn mạch dây - với - dây
- c. Ngắn mạch dây - với - đất

7. Các phương pháp tính toán và giả định

7.1 Các thành phần đối xứng

Tính toán các dòng ngắn mạch không cân bằng được đơn giản hóa bằng cách sử dụng các thành phần đối xứng.

Đối với lưới điện hạ áp cách xa máy phát điện được giải quyết trong bản hướng dẫn áp dụng này, chỉ có những trở kháng ngắn mạch thứ tự dương $\underline{Z}_{(1)}$ và những trở kháng ngắn mạch thứ tự không $\underline{Z}_{(2)}$ là được tính đến

Trở kháng thứ tự dương $\underline{Z}_{(1)}$ tại vị trí ngắn mạch F thu được theo hình 2a, khi một hệ thống đối xứng của điện áp thứ tự dương được đặt vào điểm ngắn mạch F và tất cả những máy quay được nối ngắn mạch về phía cấp điện của những trở kháng nội của các máy quay của chúng.

Trở kháng ngắn mạch thứ tự không $\underline{Z}_{(0)}$ tại vị trí ngắn mạch F thu được theo hình 2b, nếu một điện áp xoay chiều được đặt vào giữa những dây ngắn mạch và trở về chung.

Loại trừ đối với những trường hợp đặc biệt, trở kháng ngắn mạch thứ tự không khác trở kháng ngắn mạch thứ tự dương.

7.2 Nguồn điện áp tương đương tại vị trí ngắn mạch

Dòng ngắn mạch tại vị trí ngắn mạch F được xác định bằng sử dụng một nguồn điện áp tương đương tại vị trí ngắn mạch

Nguồn điện áp tương đương $cU_n/\sqrt{3}$ tại vị trí ngắn mạch F được bao gồm hệ số điện áp c, điện áp lưới danh định U_n và $\sqrt{3}$.

Đó chỉ là điện áp tác dụng của lưới. Tất cả những điện áp tác dụng khác (lưới cung cấp, các máy điện đồng bộ và phi đồng bộ) đều bằng không, nghĩa là được ngắn mạch về phía cung cấp của điện kháng nội của chúng. Theo điều 3 tất cả các dung kháng đường dây và độ dẫn nạp song song (các tải) được bỏ qua đối với mục tiêu của thủ tục này.

Hệ số điện áp c phụ thuộc vào điện áp lưới và khác với tính toán dòng ngắn mạch cực tiểu và cực đại. Nên tính đến ảnh hưởng của tải, biến đổi của điện áp lưới và thay đổi các đầu phân áp của máy biến áp. Hệ số điện áp c được chọn từ Bảng I nếu như cá Tiêu chuẩn quốc gia không cho các giá trị khác. Để tính toán trở kháng $Z_{(Q)}$ của lưới cao áp, sử dụng hệ số cao áp C_Q

Bảng I
Hệ số điện áp C

| Các điện áp danh định U_n | Hệ số điện áp C để tính toán | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | Dòng ngắn mạch cực đại C_{max} | Dòng ngắn mạch cực tiểu C_{min} |
| Điện áp thấp 100V ... 1000V (ấn phẩm 38 của IEC, bảng I) a. 230/400 V b. Các giá trị khác | 1.00 1.05 | 0.95 1.00 |
| Cao áp > 1KV ...35KV(ấn phẩm 38 bảng III) | 1.10 | 1.00 |

Ghi chú . - Biên độ của cU_n sẽ không vượt quá điện áp cao nhất đối với trang bị

7.3 Các điều kiện để bỏ qua ảnh hưởng của động cơ

Sự đóng góp của động cơ phi đồng bộ vào dòng điện ngắn mạch I''_k là không đáng kể nếu :

$$\sum I_{FM} \leq 0.01 I''_k \quad (1)$$

Trong đó :

$\sum I_{FM}$ = Tổng số các dòng định mức của các động cơ được nối trực tiếp (không qua máy biến áp) với lưới điện mà ở đó dòng điện ngắn mạch sinh ra

I''_k = Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu không có ảnh hưởng của động cơ.

Nếu có các động cơ ở nhiều mức điện áp, hoặc trong các trường hợp khác, xem ấn phẩm 909 (Mục 13)

8. Các tổng trở ngắn mạch của trang bị điện

8.1 Lưới cung cấp cao áp

Nếu một ngắn mạch phù hợp với Hình 4 được cấp điện từ một lưới mà trong lưới này, tại thanh cái Q, dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_{kQ} là đã biết, giá trị tuyệt đối của trở kháng ngắn mạch thứ tự dương Z_Q của lưới này tại điểm nối Q được xác định bởi :

$$c_Q \cdot U_{nQ}$$

$$\sqrt{3} I''_{kQ} \quad 11 / 32$$

$$Z_Q = \text{—————} \quad (2)$$

Ghi chú. - c_Q là hệ số điện áp đối với thanh cái Q theo Bảng I được sử dụng khi xác định I''_{kQ} .

Khi tính toán các dòng cực đại và cực tiểu, các giá trị khác nhau $I''_{kQ_{\max}}$ và $I''_{kQ_{\min}}$ có thể áp dụng.

Nếu $I''_{kQ_{\min}}$ là không biết, giá trị của Z_Q có thể cũng như vậy, khi được dùng để tính toán dòng ngắn mạch cực đại. Trở kháng Z_Q của phía cao áp được chuyển đổi theo tiêu mục 8.4

Hình 4. - Ngắn mạch tại phía hạ áp của một máy biến áp được cấp bởi một lưới cao áp.

Những dòng điện ngắn đối xứng ban đầu cực đại và cực tiểu I''_{kQ} được tính toán theo ấn phẩm 909 của IEC, Bảng I và Mục 13. I''_{kQ} có thể bao gồm sự đóng góp từ các động cơ cao áp.

Nếu không có một giá trị chính xác nào được biết đối với điện trở R_Q và điện kháng X_Q của lưới điện cung cấp, thay thế :

$$R_Q = 0.1 X_Q \quad (3a)$$

$$X_Q = 0.995 Z_Q \quad (3b)$$

Nói chung, trở kháng ngắn mạch thứ tự không của lưới cung cấp là không cần thiết bởi vì hầu hết các máy biến áp tách cặp hệ thống thứ tự không cao áp và hạ áp.

Nếu lưới tại điểm nối của đường cáp điện đã được cho dưới dạng một công suất ngắn mạch biểu kiến S''_{kQ} điện áp $U_{(Q)}$ chúng xác định S''_{kQ} , luôn luôn đã được quy định. Khi S''_{kQ} và U_Q đều biết, trở kháng không đối biểu thị lưới điện là :

$$Z_Q = \frac{U_Q^2}{S''_{kQ}} \quad (3c)$$

8.2 Các máy biến áp

Trở kháng ngắn mạch thứ tự không của máy biến áp 2 cuộn dây $\underline{Z}_{(1)} = \underline{Z}_T = R_T + jX_T$ được tính toán từ các số liệu định mức máy biến áp như sau :

$$Z_{TLV} = \frac{U_{krT} \quad U_{rTLV}^2}{100\% \quad S_{rT}} \quad (4a)$$

$$R_{TLV} = \frac{U_{RrT} \quad U_{rTLV}^2}{100\% \quad S_{rT}} = \frac{P_{krT}}{3 I_{rTLV}^2} \quad (4b)$$

$$X_{TLV} = \sqrt{Z_{TLV}^2 - R_{TLV}^2} \quad (4c)$$

Thành phần điện trở được tính toán từ tổng tổn thất P_{krT} trong các cuộn dây ở dòng điện định mức.

QUANPHAM.VN

Trở kháng ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)}$ của các máy biến áp ở phía hạ áp thu được từ nhà chế tạo hoặc được xác định bằng cách dùng những tỷ số $X_{(0)T}/X_{TLV}$ và $R_{(0)T}/R_{TLV}$

Đối với các máy biến áp ba cuộn dây xem ấn phẩm 909 của IEC tiêu mục 8.3.2.2.

8.3 Các đường dây trên không và dây cáp

Những trở kháng $Z_{(1)L}$ và $Z_{(0)L}$ của đường dây trên không và dây cáp phụ thuộc vào kỹ thuật và tiêu chuẩn xây dựng quốc gia, và có thể được lấy ra từ sách giáo khoa hoặc số liệu của nhà chế tạo.

Trở kháng ngắn mạch thứ tự dương

$$Z_{(1)L} = Z_L = R_L + jX_L$$

được xác định bởi điện trở hiệu dụng theo đơn vị chiều dài R'_L và cảm kháng theo đơn vị chiều dài X'_L và chiều dài l của các đường dây trên không và dây cáp.

Điện trở hiệu dụng theo đơn vị chiều dài R'_L là một hàm số của nhiệt độ. Để tính toán dòng ngắn mạch cực đại, nhiệt độ của dây dẫn giả định là 20°C .

Điện trở hiệu dụng theo đơn vị chiều dài R'_L các đường dây trên không và cáp ở nhiệt độ trung bình dây dẫn là 20°C được tính toán từ tiết diện danh định q_n và điện trở suất ρ :

$$R'_L = \frac{\rho}{q_n} \quad (5)$$

R'_L được xác định

$$\text{với } \rho = \frac{1}{54} \frac{\Omega\text{mm}^2}{m} \quad \text{đối với đồng}$$

$$\rho = \frac{1}{34} \frac{\Omega\text{mm}^2}{m} \quad \text{đối với nhôm}$$

$$\text{với } \rho = \frac{1}{31} \frac{\Omega\text{mm}^2}{m} \quad \text{đối với hợp kim nhôm}$$

Trở kháng ngắn mạch thứ tự dương Z_L được cho bởi

$$R_L = l R'_L = R_{L20} \quad (\text{chỉ rõ } R_L \text{ ở } 20^\circ\text{C}) \quad (6a)$$

$$X_L = l X'_L \quad (6b)$$

$$Z_L = \quad (6c)$$

Để tính toán các dòng điện ngắn mạch cực tiểu, một nhiệt độ được giả định cao hơn:

$$R_L = [1 + 0.004 \frac{\theta_c - 20^\circ\text{C}}{^\circ\text{C}}] R_{L20} \quad (7)$$

ở đó R_{L20} là điện trở ở nhiệt độ 20°C và θ_c tính bằng $^\circ\text{C}$ là nhiệt độ dây dẫn ở lúc cuối của ngắn mạch.

Trở kháng ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)L}$ phụ thuộc đường trở về. Nó được xác định bằng tỷ số $R_{(0)L}/R_L$ và $X_{(0)L}/X_L$ hoặc bằng đo lường hoặc bằng tính toán.

8.4 Các phân tử trở kháng khác

Khi tính toán dòng ngắn mạch cực tiểu, có thể cần để ý tới các trở kháng của các yếu tố khác như các thanh cái, các máy biến dòng v.v...

8.5 Sự chuyển đổi các trở kháng

Khi tính toán dòng ngắn mạch hạ áp, tất cả những trở kháng trong lưới cao áp được chuyển đổi về cấp điện hạ áp. Việc này được tiến hành bằng cách dùng tỷ số biến đổi định mức t_r theo phương trình (8). Nếu nấc phân áp được cố định vĩnh viễn ở một vị trí khác với vị trí chính, tỷ số biến đổi hiện thời t có thể được dùng thay thế t_r .

$$t_r = \frac{U_{rTHV}}{U_{rTLV}} \quad (8)$$

Các trở kháng cao áp được chuyển đổi như sau :

$$Z_{HVI} = \frac{1}{t_r^2} Z_{HV} \quad (9)$$

Chỉ số t được dùng đối với các giá trị được biến đổi về mức hạ áp

9. Tính toán các dòng ngắn mạch

9.1 Dòng ngắn mạch ba pha cân bằng

Hình 5 chứng tỏ những bước trong tính toán của một dòng ngắn mạch ba pha cân bằng trong một lưới điện hình tia được cấp bằng một máy biến áp. Nguồn điện áp tương đương tại vị trí ngắn mạch F chỉ là điện áp tác dụng của một hệ thống. Tất cả các điện áp khác đều đặt bằng không. Tất cả các trở kháng được tổ hợp thành trở kháng Z_k tại vị trí ngắn mạch.

Hình 5 . Minh họa đối với tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k bằng cách dùng một nguồn điện áp

- a. Sơ đồ lưới
- b. Sơ đồ mạch tương đương (Hệ thống thứ tự dương)

c. Sơ đồ mạch tương đương với tổng trở ngắn mạch Z_k

9.1.1 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k là :

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3} Z_k} \quad (10)$$

9.1.2 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Dòng ngắn mạch đỉnh i_p là :

$$i_p = k \sqrt{2} I''_k \quad (11)$$

Hệ số K đối với các tỷ số R/X và X/R có thể được lấy từ hình 6

Hệ số K có thể cũng được tính toán bằng phương trình gần đúng (12)

$$k \sim 1.02 + 0.98 e^{-3R/X} \quad (12)$$

Hình 6. - Hệ số k đối với các ngắn mạch như là một hàm số

a, Tỷ số R/X

b, Tỷ số X/R

9.1.3 Dòng ngắn mạch đối xứng I_b và dòng ngắn mạch ổn định I_k

Đối với ngắn mạch cách xa máy phát điện, dòng cắt ngắn mạch đối xứng I_k và dòng ngắn mạch chế độ xác lập I_k là bằng dòng ngắn mạch ban đầu I''_k :

$$I_b = I_k = I''_k \quad (13)$$

9.2 Dòng ngắn mạch dây với dây không nối đất

Với nguồn điện áp tương đương $cU_n/\sqrt{3}$ tại vị trí ngắn mạch F và trở kháng ngắn mạch thứ tứ dương $Z_{(1)} = Z_k$, dòng ngắn mạch dây với dây ban đầu là :

$$I''_k = \frac{cUn}{2Z(1)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I''_k \quad (14)$$

Dòng điện ngắn mạch đỉnh i_{p2} là :

$$i_{p2} = \frac{\sqrt{3}}{2} i_p \quad (15)$$

Với i_p theo phương trình (11)

Trong trường hợp một ngắn mạch dây với dây không nối đất, hệ số k giống nhau như đối với một ngắn mạch ba pha trong các tính toán được cũng nằm trong ấn phẩm này.

9.3 Dòng ngắn mạch dây với đất

Với nguồn điện áp tương đương $cUn/\sqrt{3}$ tại vị trí ngắn mạch F, trở kháng thứ tự dương $Z_{(1)}$ và trở kháng thứ tự không $Z_{(0)}$, dòng ngắn mạch dây-với-dây đối xứng ban đầu là :

$$I''_k = \frac{\sqrt{3cUn}}{|2Z(1) + Z(0)|} \quad (16)$$

Dòng ngắn mạch đỉnh, i_{p1} là :

$$i_{p1} = k\sqrt{2} I''_{k1} \quad (17)$$

Để đơn giản, cũng giá trị của k có thể được dùng như đối với ngắn mạch ba pha (Tiểu mục 9.1.2)

10. Ví dụ về các tính toán dòng ngắn mạch dùng các công thức

10.1 Thủ tục chung

Nếu ảnh hưởng của các động cơ là bỏ qua (Tiểu mục 7.3), tính toán các dòng ngắn mạch theo các bước sau :

- Xác định những tổng trở của tất cả những trang bị điện mà những trở kháng này mang tải dòng ngắn mạch theo mục 8 và tổ hợp chúng để xác định trở kháng ngắn mạch theo Mục 9.

- Với nguồn điện áp tương đương, $cUn/\sqrt{3}$ (lấy hệ số c từ Bảng I) và những trở kháng ngắn mạch tổ hợp, tính toán những dòng ngắn mạch cực tiểu và cực đại nhờ những công thức trong Mục 9.

10.2 Các giải thích đối với dùng những công thức tính toán.

Những công thức sau được khuyến nghị để làm thuận tiện những tính toán.

10.2.1 Các công thức A là để tính toán các dòng ngắn mạch cực đại

ở công thức AI, đầu tiên chú ý những giá trị đối với U_{nQ} , I''_{kQmax} và C_{Qmax} ; sau đó xác định và cộng những trở kháng ngắn mạch thứ tự dương của lưới cung cấp và tất cả những trang thiết bị ở phía cao áp của máy biến áp theo Mục 8. Chuyển đổi giá trị tổng về phía hạ áp bằng phương trình (9)

ở công thức AII, xác định trở kháng thứ tự dương của máy biến áp theo Tiêu mục 8.2.

Ghi chú.- Hai máy biến áp bằng nhau nối song song mỗi cái công suất định mức S_T có thể được xem như một máy biến áp với S_T được nhân hai

ở công thức AIII, xác định những trở kháng thứ tự dương của các đường cáp và các đường dây ở phía hạ áp theo Tiêu mục 8.3

ở công thức AIV, tính toán các dòng ngắn mạch ba pha và dây-với-dây cực đại

Trước tiên chú ý ở đầu mức điện áp và hệ số thích hợp c (xem Bảng I). Sau đó xác định trở kháng ngắn mạch tại vị trí ngắn mạch Z_k và những dòng ngắn mạch như sau :

- Chuyển những trở kháng ngắn mạch thứ tự dương của trang thiết bị điện từ các công thức AI, AII, AIII, sang các cột 2 và 3

- Tại những vị trí ngắn mạch tổng $R_{(1)}$ và $X_{(1)}$ riêng rẽ và tính toán giá trị tuyệt đối Z_k của trở kháng ngắn mạch ở cột 4.

- Tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k trong cột 5 theo Tiêu mục 9.1.1
- Tính toán tỷ số R_k/X_k trong cột 6 với các giá trị từ các cột 2 và 3
- Xác định hệ số k trong cột 7 theo Tiêu mục 9.1.2
- Tính toán dòng ngắn mạch đỉnh ip trong cột 8 theo Tiêu mục 9.1.2
- Tính toán các dòng ngắn mạch dây-với-dây trong các cột 9 và 10 theo Tiêu mục 9.2

Rồi tính toán dòng ngắn mạch dây-với-đất cực đại. Để được điều này, những trở kháng ngắn mạch thứ tự không của trang bị điện là cần thiết.

ở công thức AV, xác định các trở kháng ngắn mạch thứ tự không của máy biến áp bằng cách dùng $R_{(0)T}/R_{TLV}$ và $X_{(0)T}/X_{TLV}$ (xem Tiêu mục 8.2). Lấy những giá trị R_{LTV} và X_{LTV} từ Công thức AII.

ở công thức AVI, xác định các trở kháng ngắn mạch thứ tự không của các đường dây và các cáp ở phía hạ áp dùng những tỷ số $R_{(0)L}/R_L$ và $X_{(0)L}/X_L$ (xem tiêu mục 8.3). Lấy những giá trị đối với R_L và X_L từ Công thức AIII.

ở công thức AVII, tính toán dòng ngắn mạch dây-với-đất cực đại theo Tiêu mục 9.3

ở công thức VIII, chứng tỏ ảnh hưởng của các động cơ có thể bỏ qua (Tiêu mục 7.3)

10.2.2 Các công thức B là để tính toán các dòng ngắn mạch cực tiểu.

Thủ tục để tính toán các dòng ngắn mạch cực tiểu cũng giống như trong Tiêu mục 10.2.1, trừ đối với các điều kiện phụ thêm như đã mô tả trong Tiêu mục 8 khi xác định các tổng trở ngắn mạch.

Thay thế I''_{kQmax} bằng I''_{kQmin} và c_{Qmax} khi tính toán trở kháng thứ tự dương của lưới cung cấp.

Tính toán điện trở R_L của đường dây trên không và dây cáp ở nhiệt độ cao hơn (xem phương trình (7)).

Tính toán những trở kháng ngắn mạch thứ tự không dùng những tỷ số $R_{(0)}/R$ và $X_{(0)}/X$. Lấy những trở kháng thứ tự dương cần thiết từ những Công thức BII và BIII

11. Thí dụ đối với một thiết bị công nghiệp

11.1 Sơ đồ mạng lưới

QUANPHAM.VN

11.2 Các số liệu của trang bị điện

Lưới cung cấp : $U_{nQ} = 20\text{kV}$
 $I''_{kQ\max} = 14,43\text{ kA}$ với $c_Q = c_{Q\max} = 1.1$
 $I''_{kQ\min} = 11,50\text{ kA}$ với $c_Q = c_{Q\min} = 1.0$
Cáp L1 : $R'_L = 212\text{ m}\Omega/\text{Km}$

$$3 \times (1 \times 150) \text{mm}^2 : X'_L = 197 \text{ m}\Omega/\text{Km}$$

$$l = 1,7 \text{ Km}$$

(ba cấp dẫn đơn, tiết diện 150 mm²)

Máy biến áp : $S_{rT} = 0,4 \text{ MVA}$ mỗi cái

T1 = T2 $U_{rTHV} = 20 \text{ kV}$

$U_{krT} = 4\%$

$U_{RrT} = 1,15\%$

$R_{(0)T} / R_{TLV} = 1$

$X_{(0)} / X_{TLV} = 0.96$

Cấp L2 : $R'_L = 77,5 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$2 \times (4 \times 240) \text{mm}^2$ $X'_L = 79 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$l = 5 \text{ m}$

$R_{(0)} / R = 3.55$

$X_{(0)} / X = 3.10$

Cấp L3 : $R'_L = 268.6 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$4 \times 70 \text{mm}^2$ $X'_L = 82 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$l = 20 \text{ m}$

$R_{(0)} / R = 4.00$

$X_{(0)} / X = 3.66$

Cấp L4 : $R'_L = 3030 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$5 \times 6 \text{mm}^2$ $X'_L = 100 \text{ m}\Omega/\text{Km}$

$l = 10 \text{ m}$

$R_{(0)} / R = 4.00$

$X_{(0)} / X = 4.03$

Động cơ $P_{rM} = 0.02 \text{ MW}$

M1 $\text{Cos}\varphi_r = 0.85$

$\eta_r = 0.93$

Động cơ $P_{rM} = 0.04 \text{ MW}$

M2 $\text{Cos}\varphi_r = 0.85$

$\eta_r = 0.93$

11.3 Các lưu ý đặc biệt

Giả thiết rằng máy cắt S1 mở. Các máy cắt đã đóng không được biết trong sơ đồ.

Điểm trung tính của phía hạ áp của Máy biến áp được nối đất trực tiếp và đường trở về chung được giả định là một dây dẫn thứ tư có cùng tiết diện như các dây dẫn chính. Hệ thống thứ tự không của các phía hạ áp và cao áp được tách cấp bởi máy biến áp. Do đó việc xem xét hệ thứ tự không của phía cao áp là không cần thiết.

Đối với tính toán các dòng ngắn mạch cực tiểu, nhiệt độ hết sức cao $\theta_e = 145^\circ\text{C}$ được giả định cho tất cả các dây cáp và như vậy theo phương trình (7) : $R_L = 1.5 R_{L20}$

| |
|--------------|
| Công thức AI |
|--------------|

*Tính toán trở kháng thứ tự dương về phía cao áp
(Các dòng ngắn mạch cực đại)*

| |
|--|
| $U_{nQ} = 20\text{kV} ; I''_{kQ\text{Max}} = 14,43 \text{ kA} ; C_Q = C_{Q\text{max}} = 1.1$ |
|--|

QUANPHAM.VN

| |
|---------------|
| Công thức AII |
|---------------|

*Tính toán các điện kháng thứ tự dương của các Máy biến áp về phía hạ áp
(Các dòng ngắn mạch cực đại)*

| |
|----------------|
| Công thức AIII |
|----------------|

*Tính toán trở kháng thứ tự dương phía hạ áp
(Các dòng ngắn mạch cực đại)*

QUANPHAM.VN

QUANPHAM.VN

Cấp số thứ IV

Tính toán các dòng ngắn mạch cực đại của ngắn mạch ba pha và ngắn mạch dây-với-dây không nối đất.

QUANPHAM.VN

Công thức AV

Tính toán các trở kháng thứ tự không của Máy biến áp lấy các thành phần thứ tự dương R_{TLV} và X_{TLV} từ công thức AII

Công thức AVI

Tính toán trở kháng thứ tự không về phía hạ áp
(Các dòng điện ngắn mạch cực đại)

Lấy những thành phần thứ tự dương R_L và X_L từ Công thức AIII
($R_L = R_{L20}$ ở đó R_{L20} là điện trở ở 20°C)

QUANPHAM.VN

| |
|----------------|
| CÔNG THỨC AVII |
|----------------|

Tính toán các dòng ngắn mạch cực đại của ngắn mạch dây-với-đất

$$U_n = 400V ; C = C_{\max} = 1.0$$

QUANPHAM.VN

| |
|----------------|
| Công thức VIII |
|----------------|

Đánh giá ảnh hưởng của động cơ

Việc bổ sung các dòng ngắn mạch của các động cơ phi đồng bộ vào dòng I''_k được bỏ qua nếu :

$$\Sigma I_{rM} \leq 0,01 I''_k$$

$$\text{với } \Sigma I_{rM} = \Sigma \frac{SrM}{\sqrt{3}U_n} \quad (U_n = 0,4\text{kV thay thế } U_{rM} \text{ không biết)}$$

$$\text{và } \Sigma S_{rM} = \frac{\Sigma P_{rM}}{\eta_r \cos\varphi_r}$$

chưa vẽ bảng

Theo phương trình (1) sự đóng góp của động cơ phi đồng bộ M1 và M2 có thể bỏ qua đối với vị trí ngắn mạch FII và do đó cũng đối với các vị trí ngắn mạch FI, FIII và FIV.

| Động cơ | | | | Vị trí ngắn mạch |
|------------|---------------------|-------|-------|------------------|
| | MVA | kA | kA | |
| M1 | 0.0253 | / | / | - |
| M2 | 0.0506 | | | |
| M | | | | |
| M | | | | |
| ΣM | $\Sigma S = 0.0759$ | 0.110 | 0.138 | F II |

| |
|--------------|
| Công thức BI |
|--------------|

*Tính toán trở kháng thứ tự dương về phía cao áp
(Dòng ngắn mạch cực tiểu)*

Lấy những giá trị của thành phần thứ tự dương R_{L20} (ở nhiệt độ 20°C) và X_L từ công thức AI

QUANPHAM.VN

Công thức BII

Tính toán các trở kháng thứ tự dương của các máy biến áp về phía hạ áp
(Dòng ngắn mạch cực tiểu)

Lấy những giá trị từ công thức A nếu không số liệu nào hữu hiệu

Công thức BIII

Tính toán trở kháng thứ tự dương về phía điện áp thấp
(Dòng ngắn mạch cực tiểu)

Lấy những giá trị của những thành phần thứ tự dương RL20 (ở nhiệt độ 20°C) và XL từ công thức AIII

| |
|----------------|
| Công thức B IV |
|----------------|

Tính toán dòng ngắn mạch cực tiểu của ngắn mạch ba pha và ngắn mạch dây-với-dây không nối đất

$$U_n = 400V ; C = C_{\min} = 0.95$$

QUANPHAM.VN

| |
|--------------|
| Công thức BV |
|--------------|

Tính toán trở kháng thứ tự không của máy biến áp

Lấy những thành phần thứ tự dương R_{TLV} và X_{TLV} từ công thức BII

| |
|---------------|
| Công thức BVI |
|---------------|

*Tính toán trở kháng thứ tự không về phía hạ áp
(các dòng ngắn mạch cực tiểu)*

Lấy các thành phần thứ tự dương R_L ở nhiệt độ cao và X_L từ công thức BIII
Chưa vẽ bảng

CÔNG THỨC BVII

Tính toán các dòng ngắn mạch cực tiểu của các ngắn mạch dây-với-đất
 $U_n = 400V$; $C = C_{\min} = 0.95$

QUANPHAM.VN

Các ấn phẩm của IEC được soạn thảo bởi ủy ban kỹ thuật số 73

781(1989) bản hướng dẫn áp dụng để tính toán các dòng ngắn mạch trong các lưới hạ áp hình tia

865 (1986) Tính toán những kết quả của các dòng ngắn mạch

909 (1988) Tính toán dòng ngắn mạch trong lưới ba pha xoay chiều

QUANPHAM.VN