

Tính hiệu lực ấn phẩm báo này

Nội dung kỹ thuật của các ấn phẩm IEC được IEC rà xét thông xuyên, điều này bảo đảm cho nội dung của chúng phản ánh tốt nền kỹ thuật đương đại. Cơ quan trung ương của IEC luôn luôn có sẵn những thông tin liên quan đến ngày tháng đã xem xét lại ấn phẩm.

Các thông tin về việc xem xét lại này, về việc thực hiện các lần xuất bản đã được xét lại và về các bản sửa đổi có thể nhận được và các ủy ban Quốc gia của IEC và trong các tài liệu dưới đây :

- Thông tin IEC.
- Niên giám IEC (xuất bản hàng năm)
- Catalô của các ấn phẩm IEC (xuất bản hàng năm và được cập nhật thường kì)

Thuật ngữ

Đối với các thuật ngữ chung, bạn đọc có thể tham khảo ở IEC 50: *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV)*, được biên soạn dưới hình thức từng chương riêng biệt, mỗi chương chuyên về một lĩnh vực nhất định. Các chi tiết đầy đủ về IEC sẽ được cung cấp theo yêu cầu... Cũng có thể xem ở Tự điển đa ngữ của IEC.

Các thuật ngữ và định nghĩa trong ấn phẩm này được lấy từ IEV hoặc được quy định riêng theo mục tiêu của ấn phẩm này.

Các kí hiệu bằng chữ và đồ thị:

Đối với các dấu, các kí hiệu bằng đồ thị và bằng chữ do IEC chấp nhận để sử dụng chung, bạn đọc có thể tham khảo ở các ấn phẩm:

- IEC 27: Các kí hiệu bằng chữ dùng trong kỹ thuật điện
- IEC 417: Các kí hiệu bằng đồ thị dùng cho thiết bị. Cách lập mục lục, việc xem xét và biên soạn các tờ vẽ.
- IEC 617: Các kí hiệu bằng đồ thị dùng cho các sơ đồ và thiết bị điện cho y tế.
- IEC 878: Các kí hiệu bằng đồ thị dùng cho các thiết bị điện trong công tác y tế.

Các kí hiệu và dấu dùng trong ấn phẩm này hoặc được lấy từ IEV 27 , IEC 417, IEC 617 và (hoặc) từ IEC 878, hoặc được phê chuẩn riêng theo mục tiêu của ấn phẩm này.

Các ấn phẩm IEC do cùng ủy ban kỹ thuật soạn thảo:

Mời bạn đọc xem các trang cuối cùng của ấn phẩm, ở đây có liệt kê các ấn phẩm IEC do ủy ban kỹ thuật đã soạn thảo ấn phẩm này xây dựng.

Mục lục

Lời nói đầu.....

Lời tựa

1- Phạm vi áp dụng:.....	4
2- Đối tượng :.....	4
3- Các định nghĩa.....	4

4- Ký hiệu, chỉ số trên và chỉ số dưới	7
4-1 Các kí hiệu.....	7
4-2 Các chỉ số dưới	8
4-3 Chỉ số trên	9
5- Các giả thiết tính toán	9
6- Nguồn điện áp tong đồng tại điểm ngắn mạch	10
7- Phần tổng quát.....	14
8- Các thông số ngắn mạch	14
8.1 Ngắn mạch cân bằng.....	14
8-2 Ngắn mạch không cân bằng.....	14
8-3 Các tổng trở ngắn mạch.....	
8.4 Qui đổi các tổng trở, dòng điện và điện áp.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
9 - Tính toán dòng ngắn mạch	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
9-1 Phong pháp tính các trường hợp ngắn mạch đối xứng.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
9-2 Phong pháp tính toán ngắn mạch dây và dây, dây và đất	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
9-3 Dòng ngắn mạch cực tiểu	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10- Tổng quát	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11- Các thông số ngắn mạch	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11-1 Tổng quát.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11-2 Ngắn mạch cân bằng.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11-3 Ngắn mạch không cân bằng.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11-4 Nguồn điện áp tong đồng tại điểm ngắn mạch.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11-5 Các tổng trở ngắn mạch	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
11- 6 Qui đổi các tổng trở, dòng điện và điện áp.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
12 - Tính toán dòng ngắn mạch	Error! Bookmark not defined.
12-1 Tổng quát.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
12-2 Phong pháp tính ngắn mạch cân bằng.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
12-3 Phong pháp tính toán ngắn mạch dây-và-dây và dây-và-đất.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
12-4 Các dòng ngắn mạch tối thiểu.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
13 - ảnh hưởng của các động cơ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
13-1 Các động cơ đồng bộ và các máy bù không đồng bộ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
13-2 Các động cơ không đồng bộ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
13-3 Điều khiển cấp điện cho chỉnh lu tĩnh.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
14 - Khảo sát các phụ tải không quay và tụ điện	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
14-1 Các tụ điện nối song song	Error! Bookmark not defined.
14-2 Các tụ điện đấu nối tiếp	Error! Bookmark not defined.

**Tính toán dòng ngắn mạch trong lưới điện
xoay chiều ba pha**

Lời nói đầu

1- Những quyết định và thoả ước chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật, soạn thảo bởi các ủy ban kỹ thuật trong đó có đại diện của tất cả các Ủy ban quốc gia đặc biệt quan tâm đến những vấn đề này – đã phản ánh một cách sát sao nhất sự nhất trí quốc tế về các chủ đề đã được xem xét.

2- Những quyết định đó chỉ có tính chất khuyến nghị để các quốc gia áp dụng, và đã được các Ủy ban quốc gia chấp nhận theo tinh thần trên.

3- Nhằm mục tiêu khuyến khích sự thống nhất quốc tế, IEC bày tỏ ước vọng rằng tất cả các Ủy ban quốc gia chấp nhận văn bản khuyến nghị của IEC vào các qui tắc quốc gia của mình trong chừng mực mà các điều kiện quốc gia cho phép. Mọi sự sai khác giữa khuyến nghị của IEC và các qui tắc quốc gia tương ứng cần được nêu rõ, trong chừng mực có thể, trong các qui tắc quốc gia.

Lời tựa

Tiêu chuẩn này được soạn thảo bởi ủy ban kỹ thuật IEC số 73 : Dòng ngắn mạch. Văn bản của tiêu chuẩn này dựa trên những tài liệu sau:

Qui tắc sáu tháng	Biên bản bỏ phiếu
73 (CO) 5	73 (CO) 7

Các thông tin đầy đủ về cuộc bỏ phiếu chấp thuận tiêu chuẩn này có thể lấy được từ biên bản bỏ phiếu ở bảng trên. Trong tiêu chuẩn này có nêu lên các ấn phẩm IEC sau đây:

- ấn phẩm số 38 (1983): Các điện áp tiêu chuẩn IEC
 50 : Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV)
50 (131) (1978) : Chương 131: Các mạch điện và mạch từ.
50 (151) (1978) : Chương 151: Các thiết bị điện và từ.
 50 (441) (1984) : Chương 441: Thiết bị đóng cắt, thiết bị điều
 khiển và cầu chì
 865 (1986) : Tính toán các hiệu ứng của dòng ngắn mạch.

Tính toán dòng ngắn mạch
trong hệ thống xoay chiều ba pha

1- Phạm vi áp dụng:

Tiêu chuẩn này dùng để tính toán các dòng ngắn mạch:

- Trong hệ thống xoay chiều ba pha hạ áp.
- Trong hệ thống xoay chiều ba pha cao áp có điện áp danh định đến 230 kV, vận hành ở tần số danh định (50 hoặc 60 Hz)

Trong mức độ có thể Quy trình tiêu chuẩn hoá này được trình bày dưới hình thức sao cho các kỹ sư không chuyên ngành có thể sử dụng một cách thuận tiện nhất.

2- Đối tượng :

Đối tượng của tiêu chuẩn này là thiết lập một quy trình tổng quát, thực dụng và súc tích để thu được những kết quả đủ chính xác. Để đạt được mục đích này, cần xét đến nguồn điện áp tòng đơng tại điểm ngắn mạch, nh mô tả ở Điều 6. Tiêu chuẩn này không loại trừ các phương pháp đặc biệt khác – ví dụ nh phương pháp xếp chồng, được chỉnh lý với những trường hợp riêng biệt – nếu các phương pháp này ít ra cũng đạt được độ chính xác tòng đơng.

Các dòng ngắn mạch và tổng trở ngắn mạch cũng có thể được xác định bởi các thử nghiệm trên hệ thống, bằng cách đo trên bộ máy phân tích lỗi hoặc bằng một máy tính số. Trên các hệ thống hạ áp hiện có, ta có thể xác định tổng trở ngắn mạch dựa trên cơ sở các phép đo tại địa điểm mà ngắn mạch sẽ xảy ra.

Việc tính toán tổng trở ngắn mạch theo các thông số định mức của thiết bị điện và sơ đồ hình thể của hệ thống có u điểm là có thể áp dụng cho cả hai trường hợp: hệ thống sẵn có và hệ thống đang trong giai đoạn thiết kế.

Có hai dòng điện ngắn mạch khác nhau được tính toán, có biên độ khác nhau:

- Dòng ngắn mạch cực đại, nó xác định dung lượng và thông số định mức của thiết bị điện.
- Dòng ngắn mạch cực tiểu, dòng này có thể dùng làm cơ sở cho, việc lựa chọn cầu chì, việc chỉnh định các cơ cấu bảo vệ và kiểm tra việc cho chạy các động cơ. Chẳng hạn

Cần phân biệt giữa:

- Các hệ thống có dòng ngắn mạch không chứa các thành phần xoay chiều tắt dần (ngắn mạch xa máy phát) đã, được xử lý ở đoạn một.
- Các hệ thống có dòng ngắn mạch chứa thành phần xoay chiều tắt dần (ngắn mạch gần máy phát), đã được xử lý ở đoạn hai. Đoạn này cũng ảnh hưởng của động cơ.

Tiêu chuẩn này không xem xét các trường hợp ngắn mạch cố ý tạo ra trong các điều kiện có kiểm soát (các trạm thử nghiệm ngắn mạch)

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các thiết bị đặt trên tàu thủy và máy bay.

Về việc tính toán dòng ngắn mạch (đơng lợng nhiệt) xin xem ở đoạn hai của ấn phẩm IEC số 865.

Hiện đang nghiên cứu một bản hướng dẫn áp dụng đối với các hệ thống xoay chiều ba pha hạ áp không nối đất lưới và một bản báo cáo kỹ thuật về việc xác định các thông số cùng các hệ số tính toán được dùng trong tiêu chuẩn này.

3- Các định nghĩa

Theo mục tiêu của tiêu chuẩn này, dùng những định nghĩa sau đây, có tham khảo Từ vựng Kỹ thuật điện quốc tế (IEC) (ấn phẩm IEC số 50) trong các trường hợp thích hợp.

3-1 Ngắn mạch

Là việc nối mạch bất ngờ hay có dụng ý hai hoặc nhiều điểm trong một mạch điện, thông thường là có nhiều điện áp khác nhau, bằng một điện trở hay tổng trở tương đối nhỏ. (IEV 151-03-41)

3-2 Dòng ngắn mạch

Là một quá dòng điện do hiện tượng ngắn mạch khi có sự cố hoặc khi đầu nối không đúng trong một mạch điện. (IEV 441-11-07)

Ghi chú: Cần phân biệt giữa dòng điện ngắn mạch tại ngay điểm ngắn mạch và dòng ngắn mạch tại các nhánh trên lưới.

3-3 Dòng ngắn mạch giả định

Là dòng điện sẽ phát sinh nếu ta thay điểm ngắn mạch bằng một dây nối lí tưởng có tổng trở không đáng kể và nguồn cung cấp vẫn giữ nguyên.

Ghi chú: Dòng điện ngắn mạch ba pha được giả thiết là tất cả các pha bị ngắn mạch đồng thời. Hiện tượng ngắn mạch không đồng thời (trên ba pha) có thể dẫn đến các thành phần không chu kỳ cao hơn trong dòng ngắn mạch, không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này

3-4 Dòng ngắn mạch đối xứng

Giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều đối xứng của dòng ngắn mạch giả định (xem mục 3-3). Bỏ qua thành phần không chu kỳ trong dòng điện, nếu có.

3-5 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Là giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều đối xứng của dòng ngắn mạch giả định (xem mục 3-3) ngay tại thời điểm xuất hiện ngắn mạch, nếu nh tổng trở giữ nguyên giá trị ban đầu (xem các hình 1 và 12, ở các trang và)

3-6 Công suất ngắn mạch (biểu kiến) đối xứng ban đầu S''_k

Là giá trị giả định, bằng tích số của dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k (xem mục 3-5), với điện áp danh định của hệ thống U_n (xem mục 3-14) và hệ số $\sqrt{3}$. $S''_k = \sqrt{3} U_n I''_k$

3-7 Thành phần một chiều (không chu kỳ) i_{DC} của dòng ngắn mạch

Là giá trị trung bình giữa dòng bao trên và dòng bao dưới của dòng điện ngắn mạch giảm từ giá trị ban đầu đến số không, theo nh hình 1 và 12 đã chỉ.

3-8 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Là giá trị tức thời cực đại có thể của dòng ngắn mạch giả định (xem các hình 1 và 12)

Ghi chú : Độ lớn của dòng ngắn mạch đỉnh thay đổi tùy theo thời điểm phát sinh ngắn mạch. Việc tính toán dòng ngắn mạch đỉnh ba pha ip được tiến hành pha và thời điểm dẫn đến dòng ngắn mạch lớn nhất có thể. Các sự cố tiếp theo không được xét đến. Ngắn mạch ba pha được giả thiết là tất cả các pha bị ngắn mạch đồng thời.

3-9 Dòng điện cắt ngắn mạch đối xứng I_b

Là giá trị hiệu dụng một chu kỳ đầy đủ của thành phần xoay chiều đối xứng của dòng ngắn mạch giả định, tại thời điểm mà cực đầu tiên của thiết bị đóng cắt tách ra.

3-10 Dòng ngắn mạch ổn định I_k

Là giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch tồn tại sau khi các hiện tượng quá độ (xem các hình 1 và 12, trang và)

3-11 Dòng điện đã mất đối xứng I_{LR} khi rôto bị hãm

Là giá trị hiệu dụng lớn nhất dòng điện đối xứng của một động cơ không đồng bộ mang điện áp định mức U_{TM} và tần số định mức, khi rô to bị hãm.

3-12 Mạch điện tương đương

Là một mô hình (sơ đồ) mô tả tính chất của một mạch điện bằng một lối điện có các phần tử lý tưởng (IEV 131-01-33).

3-13 Nguồn điện áp (độc lập)

Là một phần tử chủ động có thể được thể hiện bằng một nguồn điện áp lí tưởng và được đấu nối tiếp với phần tử của mạch thụ động. Nguồn điện áp này độc lập đối với dòng điện và điện áp trong mạch.(IEC 131-01-37)

3-14 Điện áp danh định U_n của hệ thống

Là điện áp (giữ các pha) được dùng để hệ thống, và dùng làm chuẩn cho một số đặc tính vận hành của hệ thống. Các giá trị của nó được cho trong ấn phẩm IEC số 38.

3-15 Nguồn điện áp tương đương $cU_n/\sqrt{3}$

Là điện áp của một nguồn lý tưởng đặt vào điểm ngắn mạch trong hệ thống thứ tự thuận dùng để tính dòng ngắn mạch theo Điều 6. Đây là điện áp chủ động duy nhất của lối điện.

3-16 Hệ số điện áp c

Tỉ số giữa nguồn điện áp tổng động và điện áp danh định U_n chia cho $\sqrt{3}$. Các giá trị của nó đọc cho trong bảng I.

Chú thích: Việc đưa hệ số điện áp c vào là cần thiết vì nhiều lý do khác nhau. Đó là:

- Điện áp thay đổi tùy theo từng thời gian và địa điểm.
- Việc thay đổi các nấc phân áp.
- Việc bỏ qua ảnh hưởng của phụ tải và điện dung theo điều khoản 6.
- Hành vi siêu quá độ của các động cơ và máy phát.

3-17 Điện áp siêu quá độ E'' của một máy đồng bộ

Là giá trị hiệu dụng của điện-áp-trong đối xứng của một máy đồng bộ đang hoạt động phía trên điện kháng siêu quá độ X''_d , Khi xuất hiện ngắn mạch.

3-18 Ngắn mạch xa máy phát

Là ngắn mạch, trong đó biên độ của thành phần xoay chiều đối xứng của dòng ngắn mạch giả định hầu như giữ nguyên không đổi (xem điều 7).

3-19 Ngắn mạch gần máy phát

Là ngắn mạch trong đó có một máy đồng bộ đóng góp vào dòng ngắn mạch giả định ít nhất hơn hai lần dòng định mức của máy phát, hoặc là ngắn mạch trong đó các động cơ đồng bộ và không đồng bộ làm cho dòng điện ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k (khi không có động cơ) tăng thêm hơn 5% (Xem điều 10)

3-20 Tổng trở ngắn mạch ở điểm ngắn mạch F

3-20-1 Tổng trở ngắn mạch thứ tự thuận $Z_{(1)}$ của một hệ thống xoay chiều ba pha

Là tổng trở trong hệ thống thứ tự thuận nhìn từ phía điểm ngắn mạch (xem mục 8-3-1 và hình 4a, trang 27)

3-20-2 Tổng trở ngắn mạch thứ tự nghịch $Z_{(2)}$ của một hệ thống xoay chiều ba pha

Là tổng trở trong hệ thống thứ tự nghịch nhìn từ phía điểm ngắn mạch (xem mục 8-3-1 và hình 4b, trang 27)

3-20-3 Tổng trở ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)}$ của một hệ thống xoay chiều ba pha

Là tổng trở trong hệ thống thứ tự không nhìn từ phía điểm ngắn mạch (xem mục 8-3-1 và hình 4c, trang 27). Tổng trở này bằng ba lần trị số tổng trở giữa trung tính và đất $3Z_{NE}$

3-20-4 Tổng trở ngắn mạch Z_k của hệ thống xoay chiều ba pha

Là biểu thức tóm lược của tổng trở ngắn mạch thứ tự thuận $Z_{(1)}$ theo (định nghĩa ở) mục 3-20-1 dùng để tính dòng ngắn mạch ba pha.

3-21 Các tổng trở ngắn mạch của thiết bị điện

3-21-1 Tổng trở ngắn mạch thứ tự thuận $Z_{(1)}$ của thiết bị điện

Là tỉ số giữa điện áp pha- trung tính (điện áp pha) và dòng ngắn mạch của pha tương ứng của thiết bị điện khi thiết bị này được cấp nguồn bằng hệ thống điện áp thứ tự thuận đối xứng (xem mục 8-3-2)

Chú thích: Chỉ số của kí hiệu $Z_{(1)}$ có thể đọc bỏ đi nếu không có khả năng nhầm lẫn với tổng trở ngắn mạch thứ tự nghịch hoặc thứ tự không.

3-21-2 Tổng trở ngắn mạch thứ tự nghịch $Z_{(2)}$ của thiết bị điện

là tỉ số giữa điện áp pha- trung tính (điện áp pha) và dòng ngắn mạch của pha tương ứng của thiết bị điện khi thiết bị này được cấp nguồn bằng hệ thống điện áp thứ tự nghịch đối xứng (xem mục 8-3-2)

3-21-3 Tổng trở ngắn mạch thứ tự không $Z_{(0)}$ của thiết bị điện

Là tỷ số giữa điện áp pha- đất với dòng ngắn mạch của pha tương ứng của thiết bị điện khi thiết bị này được cấp nguồn bằng một nguồn điện áp xoay chiều, nếu nh cả ba dây pha đấu song song được sử dụng cho dòng điện ra còn dây thứ t và (hoặc) đất được dùng làm dòng về. (xem mục 8-3-2)

3-22 Điện kháng siêu quá độ X''_d của một máy đồng bộ

Là điện kháng hiệu dụng tại thời điểm xuất hiện ngắn mạch. Khi tính toán dòng ngắn mạch, người ta lấy trị số X''_d ứng với mạch từ bão hòa.

Chú thích: Khi điện kháng X''_d tính bằng ôm được chia cho tổng trở định mức $Z_{rG} = U_{rG}^2 / S_{rG}$ của máy đồng bộ, kết quả trong hệ tong đối phải đọc biểu thị bằng chữ x thường. $x''_d = X''_d / Z_{rG}$

3-23 Độ trễ thời gian tối thiểu thời gian chết t_{min} của một máy cắt (MCD)

Khoảng thời gian ngắn nhất tính từ thời điểm bắt đầu ngắn mạch đến lúc tiếp điểm đầu tiên của một cực máy ngắt tách ra.

Chú thích: Thời gian t_{min} là tổng số của thời gian tác động ngắn nhất có thể của một rơ le tác động tức thời và thời gian tác động ngắn nhất của máy cắt. ở đây không tính đến độ chậm trễ thời gian qui định của các cơ cấu ngắt.

4- Ký hiệu, chỉ số trên và chỉ số dưới

Các ký hiệu về đại lượng phức đều đọc gạch dưới, ví dụ: $\underline{Z} = R + jX$

Tất cả các phương trình đều viết không có thứ nguyên. Các ký hiệu thể hiện các đại lượng cả giá trị số bằng số thứ nguyên, đều đọc lập đối với các hệ đơn vị, do đó cho phép ta chọn hệ đơn vị thích hợp, ví dụ nh : hệ thống đơn vị quốc tế (SI)

4-1 Các kí hiệu

A	Giá trị ban đầu của thành phần không chu kỳ
c	Hệ số điện áp
$cU_n/\sqrt{3}$	Nguồn điện áp tong đơng (theo giá trị hiệu dụng)
E''	Điện áp siêu quá độ của một máy đồng bộ
f	Tần số (50 hoặc 60 Hz)
I_b	Dòng cắt ngắn mạch đối xứng (theo giá trị hiệu dụng)
I_k	Dòng ngắn mạch ổn định (theo giá trị hiệu dụng)
I_{kp}	Dòng ngắn mạch ổn định tại các đầu cực của máy phát loại kích thích hỗn hợp
I''_k hoặc I''_{k3}	Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu (theo giá trị hiệu dụng)
I_{LR}	Dòng của một động cơ không đồng bộ có rôto bị hãm
i_{DC}	Thành phần không chu kì tắt dần của dòng ngắn mạch
i_p	Dòng ngắn mạch đỉnh (giá trị đỉnh của dòng ngắn mạch)
K	Hệ số hiệu chỉnh của các tổng trở
P_{krT}	Tổn thất tổng trong các dây quấn của máy biến áp ở dòng định mức
q	Hệ số dùng để tính toán dòng điện cắt của các động cơ không đồng bộ
q_n	Tiết diện danh định
R hay r	Điện trở, giá trị tuyệt đối hay tong đối
R_G	Điện trở giả định của một máy đồng bộ dùng để tính toán I''_k và i_p
S''_k	Công suất ngắn mạch đối xứng ban đầu (công suất biểu kiến)
S_r	Công suất biểu kiến định mức của thiết bị điện
t_f	Tỉ số biến đổi giả định
t_{min}	Thời gian chết tối thiểu
t_r	Tỉ số biến đổi định mức (ứng với vị trí chính của bộ đổi nấc phân áp) ; $t_r \geq 1$
U_n	Điện áp giữa các pha (điện áp dây) danh định của hệ thống (giá trị hiệu dụng)
U_r	Điện áp giữa các pha (điện áp dây) định mức (hiệu dụng)
u_{kr}	Điện áp ngắn mạch định mức tính theo phần trăm
u_{Rr}	Điện áp thuần trở định mức tính theo phần trăm

$\underline{U}_{(1)}, \underline{U}_{(2)}, \underline{U}_{(0)}$	Điện áp thứ tự thuận, thứ tự nghịch, và thứ tự không
X hay x	Điện kháng, giá trị tuyệt đối hoặc tổng đối
x_d hay x_q	Điện kháng đồng bộ, trực tiếp trên trục
X_{dp}	Điện kháng siêu quá độ của một máy đồng bộ (trị số bão hoà), dọc trục
X''_d hay X''_q	Điện kháng siêu quá độ của một máy đồng bộ (trị số bão hoà), ngang trục
X_{dmt}	Số nghịch đảo của tỷ số ngắn mạch
Z hay z	Tổng trở, giá trị tuyệt đối hay tổng đối
\underline{Z}_k	Tổng trở ngắn mạch của một hệ thống xoay chiều ba pha
$\underline{Z}_{(1)}$	Tổng trở ngắn mạch thứ tự thuận
$\underline{Z}_{(2)}$	Tổng trở ngắn mạch thứ tự nghịch
$\underline{Z}_{(0)}$	Tổng trở ngắn mạch thứ tự không
η	Hiệu suất của các động cơ không đồng bộ
χ	Hệ số dùng để tính toán dòng ngắn mạch đỉnh
λ	Hệ số dùng để tính toán dòng ngắn mạch ổn định
μ	Hệ số dùng để tính toán dòng cắt ngắn mạch đối xứng
μ_0	Độ thấm tuyệt đối của chân không, $\mu_0 = 4\pi/10$ H/m
ρ	Điện trở suất
φ	Góc pha

4-2 Các chỉ số đối

(1)	Thành phần thứ tự thuận
(2)	Thành phần thứ tự nghịch
(0)	Thành phần thứ tự không
f	Giả định
k hoặc k3	Ngắn mạch ba pha
k1	Ngắn mạch pha-và-đất, ngắn mạch pha và trung tính
k2	Ngắn mạch pha và pha (ngắn mạch hai pha) không chạm đất
k2E	Ngắn mạch hai pha chạm đất, dòng điện pha
kE2E	Ngắn mạch hai pha chạm đất, dòng điện đất
max	Cực đại, tối đa
min	Cực tiểu, tối thiểu
n	Giá trị danh định (IEV 151 04-01)
r	Giá trị định mức (IEV 151 04-03)
rsl	Tổng hợp
t	Giá trị đã biến đổi
AT	Biến áp tự dùng, biến áp phụ
B	Thanh cái
E	Đất
F	Sự cố, điểm ngắn mạch
G	Máy phát
HV	Cao áp, dây quấn cao áp của máy biến áp
LV	Hạ áp, dây quấn hạ áp của máy biến áp
L	Dây, đồng dây
LR	Rô to bị hãm
L1, L2, L3	Dây 1,2,3 (pha A,B,C) của một hệ thống ba pha
M	Động cơ không đồng bộ hoặc một nhóm động cơ không đồng bộ
\bar{M}	Không có động cơ
MV	Trung áp, dây quấn trung áp của máy biến áp
N	Dây trung tính của một hệ thống xoay chiều ba pha
P	Đầu cực,
PSU	Tổ máy phát điện, tổ máy phát (gồm máy phát và biến áp)
Q	Điểm nối vào nguồn cấp điện
T	Biến áp

4-3 Chỉ số trên

* Giá trị ban đầu (siêu quá độ)
, Điện trở hoặc điện kháng theo đơn vị chiều dài

I''_k =
dòng ngắn mạch đối
xứng ban đầu

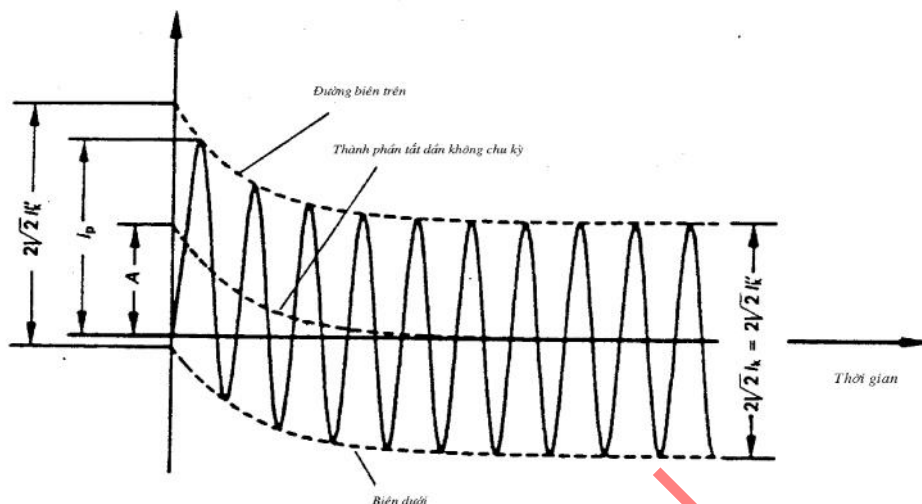
i_p
= đỉnh của
dòng ngắn mạch

I_k
= dòng
ngắn mạch ổn định

i_{DC} =
thành phần một chiều
(không chu kỳ) tắt
dần của dòng ngắn
mạch

A = giá trị ban đầu của thành phần không chu kỳ i_{DC}

Hình 1: Dòng ngắn mạch trong trường hợp ngắn mạch xa máy phát
(đồ thị đặc trng)



5- Các giả thiết tính toán

Một bài toán hoàn chỉnh về dòng ngắn mạch đúng ra cần phải cho các đồng cong dòng điện theo hạn thời gian tại điểm ngắn mạch, kể từ lúc bắt đầu xảy ra cho đến lúc kết thúc, tương ứng với giá trị tức thời của điện áp khi bắt đầu ngắn mạch. (xem hình 1 và 12, trang 99 và 63)

Tuy nhiên đối với phần lớn các trường hợp trong thực tế, việc xác định nh vậy là không cần thiết. Tùy theo cách sử dụng kết quả, thông người ta chỉ quan tâm đến giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều đối xứng và giá trị đỉnh i_p của dòng ngắn mạch khi ngắn mạch xuất hiện. Trị số i_p phụ thuộc vào hằng số thời gian của thành phần không chu kỳ tắt dần và tần số f , điều đó có nghĩa là phụ thuộc vào tỉ số R/X hoặc X/R của tổng trở ngắn mạch Z_k , giá trị này gần nh cực đại nếu ngắn mạch phát sinh tại thời điểm có điện áp bằng không, trong các hệ thống mất lối có nhiều hằng số thời gian. Do đó do tại sao chúng ta không thể đa ra được một phương pháp đơn giản và chính xác để tính toán i_p và i_{DC} . Các phương pháp đặc biệt để tính i_p đủ chính xác cho trong mục 9.1.3.2.

Khi xác định dòng cắt ngắn mạch không đối xứng, thành phần không chu kỳ tắt dần i_{DC} của dòng ngắn mạch trên hình 1 hoặc 12 có thể tính chính xác bằng công thức:

$$i_{DC} = \sqrt{2} I''_k e^{-2pft R/X} \quad (1)$$

trong đó:

I''_k = dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu
 f = tần số danh định 50 Hz hoặc 60 Hz
 t = thời gian
 R/X = tỉ số lấy theo mục 9.1.1.2, 9.1.2.2 hoặc 9.1.3.2.

Trong các hệ thống mất lối, theo mục 9.1.3.2 (phương pháp A) về phải của phương trình (1) phải đọc nhân với 1,15. Theo mục 9.1.3.2 (phương pháp B) tần số tương đương chọn nh sau:

$2pft$	$< 2\pi$	$< 5\pi$	$< 10\pi$	$< 25\pi$
f_c / f	0,27	0,15	0,092	0,055

trong đó $f = 50 \text{ Hz}$ hoặc 60 Hz

Hơn nữa, việc tính toán dòng ngắn mạch cực đại và cực tiểu dựa trên các giả thiết đơn giản hoá nh sau:

1) Trong thời gian xảy ra ngắn mạch, số lượng các mạch có liên quan không thay đổi, có nghĩa là: ngắn mạch ba pha giữ nguyên tình trạng ngắn mạch ba pha và ngắn mạch pha chạm đất giữ nguyên tình trạng pha chạm đất trong suốt thời gian ngắn mạch.

2) Bộ đổi nấc phân áp của các máy biến áp được giả thiết là đặt ở vị trí chính.

3) Không tính đến các điện trở hồ quang.

Dù là các giả thiết đơn giản nói trên không hoàn toàn đúng đối với hệ thống cần xét, cách tính toán ngắn mạch đã nêu với cao độ chính xác.

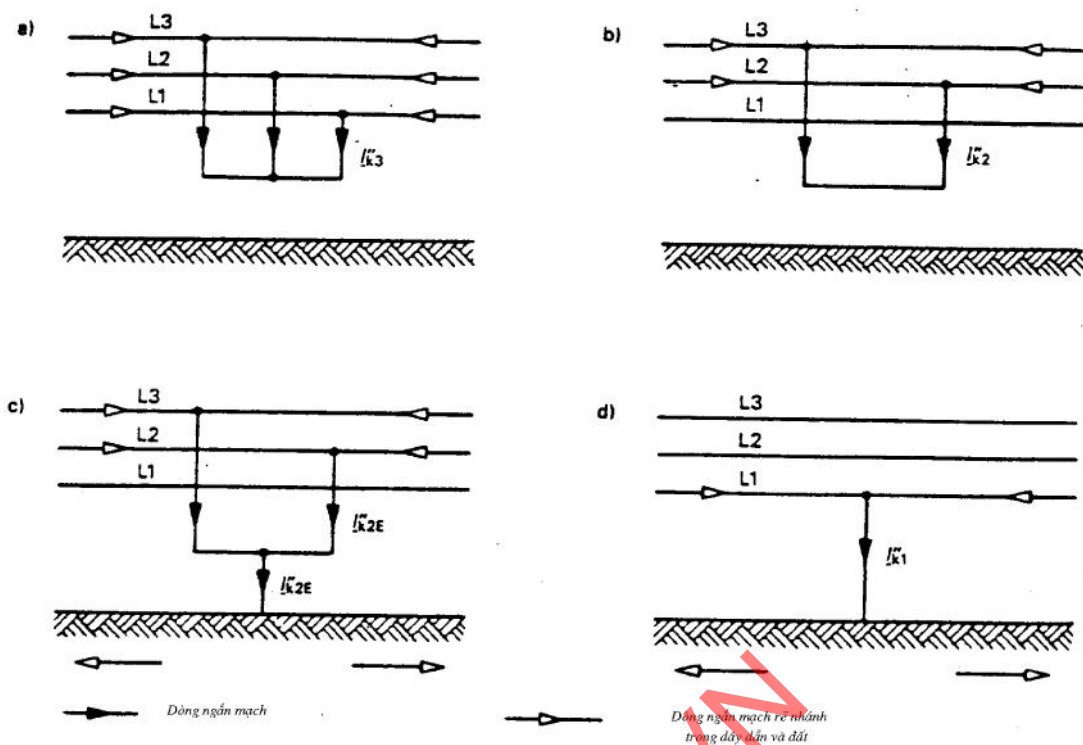
Đối với các trường hợp ngắn mạch đối xứng và không đối xứng nh đã chỉ trên hình 2, trang , sử dụng phương pháp các thành phần đối xứng để tính dòng ngắn mạch sẽ có lợi hơn (xem mục 8.2)

6- Nguồn điện áp tong đồng tại điểm ngắn mạch

Trong tất cả các trường hợp được mô tả ở đoạn Một và Hai chúng ta có thể xác định được dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch F nhờ một nguồn điện áp tong đồng. Các số liệu vận hành về phụ tải tĩnh của người tiêu thụ, về vị trí bộ đổi nấc phân áp của các biến áp, vì dòng kích thích của các máy phát v.v... đều không cần thiết; các tính toán thêm về những phụ tải khác nhau có thể phát sinh tại thời điểm ngắn mạch đều là d thừa.

ở đây nguồn điện áp tong đồng là nguồn chủ động duy nhất. Tất cả những nguồn cung cấp của lưới điện, các máy đồng bộ và không đồng bộ đều được thay thế bằng tổng trở trong của chúng (xem mục 8.3.1)

Hơn nữa, khi dùng phương pháp này tất cả điện dung của đồng dây và các điện dẫn song song của các phụ tải không quay, ngoại trừ các thông số trong hệ thứ tự không, (xem mục 8.3.1 và 11.4), đều có thể bỏ qua.



- a) Ngắn mạch ba pha đối xứng
b) Ngắn mạch pha và pha (ngắn mạch hai pha) không chạm đất
c) Ngắn mạch pha và pha (ngắn mạch hai pha) có chạm đất
d) Ngắn mạch pha và pha (ngắn mạch một pha)

Hình 2: Các sơ đồ đặc trưng về ngắn mạch và dòng ngắn mạch mũi tên dòng

điện được chọn một cách

Trong nhiều trường hợp các máy biến áp cao áp đều được trang bị các bộ điều chỉnh và bộ và bộ đổi nối nấc phân áp khi mang tải là các MBA thuộc hệ thống hạ áp thông chỉ có rất ít nấc phân áp, ví dụ: + 2,5% hoặc + 4%. Trong trường hợp ngắn mạch xa máy phát, dùng phương pháp này, độ chính xác sẽ không bị suy giảm quá nhiều nếu không xem xét đến vị trí thực của các bộ điều chỉnh hay của các bộ đổi nối nấc phân áp của các MBA.

Việc mô hình hoá thiết bị hệ thống theo phương pháp tổng trở theo mục 8.3.2 và 11.5.3 kết hợp với việc dùng nguồn điện áp tổng đương tại điểm ngắn mạch, áp dụng cho là ngắn mạch xa máy phát nh đã đề cập ở đoạn Một hay ngắn mạch gần máy phát nh đã đề cập ở đoạn Hai.

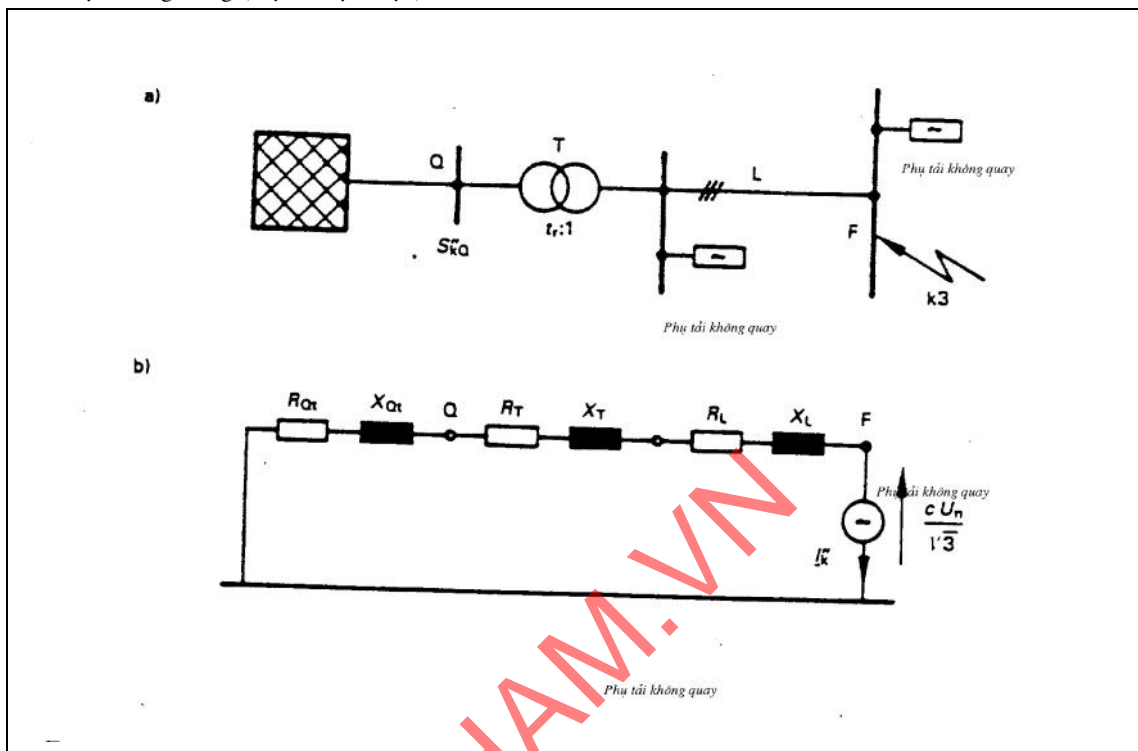
Hình 3, trang 16 nêu lên một ví dụ về nguồn điện áp tổng đương tại điểm ngắn mạch F, nguồn điện áp này được xem nh là điện áp chủ động duy nhất của hệ thống trong trường hợp hệ thống hạ áp được cấp điện bởi một biến áp duy nhất. Tất cả những điện áp chủ động khác trong hệ thống được xem nh bằng không. Nh vậy nguồn cung cấp của lưới điện trong hình 3a, trang 25, được chỉ biểu thị bằng tổng trở trong của nó là Z_0 mà thôi (xem mục 8.3.2.1). Các tổng dẫn song song (có nghĩa là các điện dung đồng dây và các phụ tải bị động) không cần phải xét đến khi tính toán các dòng ngắn mạch ở hình 3b, trang 25.

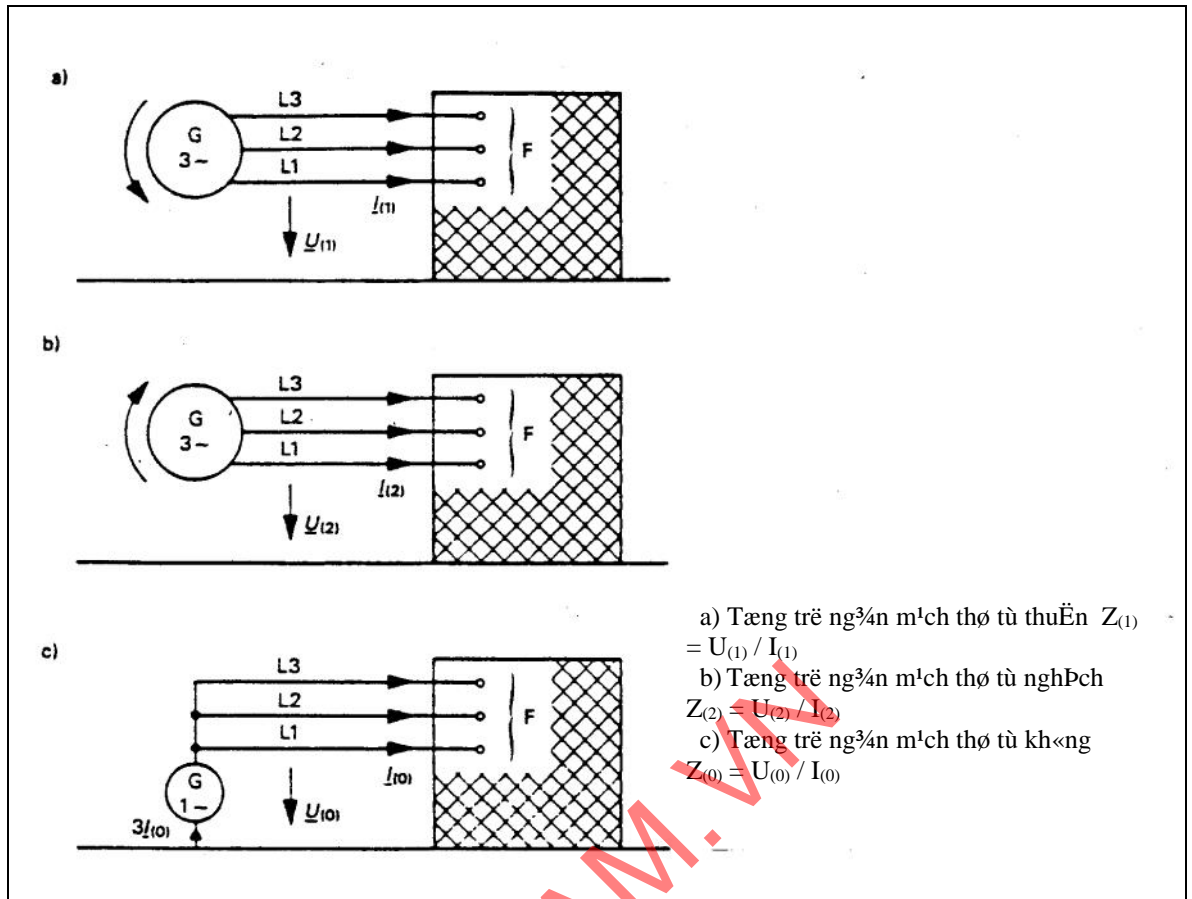
Nguồn điện áp tổng đương $cU_n/\sqrt{3}$ (xem mục 3.15) tại điểm ngắn mạch F được cấu thành bởi hệ số điện áp c, điện áp danh định U_n của hệ thống và $\sqrt{3}$. Hệ số điện áp c có giá trị khác nhau khi tính các dòng ngắn mạch cực đại hoặc cực tiểu. Nếu không có các tiêu chuẩn quốc gia tương ứng, tốt nhất là chọn hệ số c theo bảng I, với giả thiết rằng điện áp cao nhất trong một hệ thống thông thường tính trung bình chênh lệch quá +5% (đối với hạ áp) và +10 % (đối với cao áp) so với điện áp danh định.

- a) Sơ đồ hệ thống
- b) Sơ đồ mạch tổng đương (hệ thứ tự thuận)

Hình 3:
Minh họa cách tính toán dòng điện ngắn mạch đối xứng ban

đầu I''_k theo phương pháp nguồn điện áp tổng đương





Hình 4: Tổng trở ngắn mạch của hệ thống xoay chiều ba pha tại điểm ngắn mạch F

Bảng 1
Hệ số điện áp c

Điện áp danh định U_n	Hệ số điện áp c dùng để tính toán	
	dòng ngắn mạch cực đại C_{max}	dòng ngắn mạch cực tiểu C_{min}
Hạ áp 100 V đến 1000 V (ấn phẩm IEC số 38, bảng I) a) 230 V/ 400 V b) Các điện áp khác	1,00	0,95
	1,05	1,00
Trung áp > 1 kV đến 35 kV (ấn phẩm IEC số 38, Bảng III)	1,10	1,00
Cao áp > 35 kV đến 230 kV (ấn phẩm IEC số 38, Bảng IV)	1,10	1,00

Chú thích: cU_n không được vượt quá điện áp cao nhất U_m của thiết bị trong hệ thống điện

Bằng cách này nguồn điện áp tổng dùng để tính toán dòng ngắn mạch cực đại có thể thiết lập từ bảng I, theo các trị số:

$$cU_n / \sqrt{3} = 1,00 U_n / \sqrt{3} \text{ trong hệ thống hạ áp 230 V/ 400 V, 50 Hz} \quad (2a)$$

$$cU_n / \sqrt{3} = 1,05 U_n / \sqrt{3} \text{ trong các hệ thống hạ áp khác} \quad (2b)$$

$$cU_n / \sqrt{3} = 1,10 U_n / \sqrt{3} \text{ trong các hệ thống cao áp và trung áp} \quad (c)$$

Phần I - Các hệ thống có dòng ngắn mạch
không chứa các suy giảm của thành phần xoay chiều
(ngắn mạch xa máy phát)

7- Phần tổng quát

Phần này nói về các trường hợp ngắn mạch mà tại đó điện áp hoặc các điện áp gây nên ngắn mạch không biến đổi trong suốt thời gian bị ngắn mạch (có nghĩa là trong điều kiện điện áp tương đối ổn định) và tổng trở mạch cũng hầu như không có gì thay đổi đáng kể (có nghĩa là các tổng trở đều là hằng số và tuyến tính)

Vì vậy, dòng ngắn mạch sắp (hoặc đã) xảy ra có thể xem nh tổng của hai thành phần sau đây:

- Thành phần xoay chiều có biên độ không đổi trong suốt thời gian ngắn mạch
- Thành phần không chu kì, bắt đầu từ một giá trị nhất định nào đấy và suy giảm về không.

Hình 1, trang 14 biểu thị tiến trình tổng thể của dòng ngắn mạch trong một trường hợp ngắn mạch xa máy phát. Các thành phần xoay chiều đối xứng I''_k và I_k được cho theo giá trị quân phương và hầu như bằng nhau về biên độ.

Giả định này thông thường thỏa mãn đối với các hệ thống được cấp điện từ một hệ thống cao áp mở rộng thông qua các máy biến áp, đó là trường hợp ngắn mạch xa máy phát.

Các hiện tượng ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát duy nhất nh ở hình 3, trang có thể được xem là những trường hợp ngắn mạch xa máy phát nếu $X_{TLV} \geq 2X_{Qt}$ với X_{Qt} tính theo điểm 8.3.2.1 và X_{TLV} tính theo điểm 8.3.2.2.

8- Các thông số ngắn mạch

8.1 Ngắn mạch cân bằng

Trường hợp ngắn mạch ba pha cân bằng của hệ thống xoay chiều ba pha trên hình 2a, trang 23 là một ví dụ tiêu biểu, bởi vì loại hình sự cố này thông thường cho ta dòng ngắn mạch có trị số khá lớn và việc tính toán trở nên đặc biệt đơn giản do tính chất cân bằng của nó.

Trong lúc tính toán dòng ngắn mạch ta chỉ cần xét đến tổng trở ngắn mạch thứ tự thuận $\underline{Z}_{(1)} = \underline{Z}_k$ nhìn từ phía điểm ngắn mạch mà thôi.

Cách tính toán cụ thể được cho trong điều khoản 9.

8-2 Ngắn mạch không cân bằng

Tiêu chuẩn này khảo sát các kiểu ngắn mạch không cân bằng (không đối xứng) sau đây :

- | | | |
|--|------------|--------------------------|
| - Ngắn mạch dây-và-dây (ngắn mạch hai pha) không chạm đất (xem hình | 2b trang) | |
| - Ngắn mạch dây-và-dây (ngắn mạch hai pha) có chạm đất (xem hình 2c, | trang)-- | - - Ngắn mạch dây-và-đất |
| (ngắn mạch một pha) (xem hình 2d, trang) | | |