


GS.TS. LÃ VĂN ÚT



# NGẮN MẠCH

TRONG  
HỆ THỐNG ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  
BỘ MÔN HỆ THỐNG ĐIỆN - KHOA ĐIỆN

GS TS LÃ VĂN ÚT



# NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

*(Sách được dùng cho sinh viên Đại học Bách khoa Hà Nội  
và các trường Đại học khác)*

Xuất bản lần thứ 2, có sửa chữa, bổ sung



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI - 2005



MỤC LỤC

Lời tựa 5

**Chương 1. Khái niệm chung về ngắn mạch và dòng điện ngắn mạch trong hệ thống điện** 5

1.1 Những khái niệm và định nghĩa cơ bản 5

1.2 Dòng điện ngắn mạch, độ lớn và sự biến thiên theo thời gian 8

**Chương 2. Thiết lập sơ đồ tính toán ngắn mạch hệ thống điện** 23

2.1 Những giả thiết cơ bản 23

2.2 Hệ đơn vị tương đối 24

2.3 Sơ đồ thay thế và thông số tính toán của các phần tử trong hệ thống điện 29

2.4 Biến đổi đẳng trị sơ đồ 47

**Chương ba. Tính toán ngắn mạch ba pha duy trì** 54

3.1 Khái niệm chung 54

3.2 Máy phát điện trong trạng thái ngắn mạch duy trì 55

3.3 Tính toán dòng điện ngắn mạch duy trì khi máy phát không có TĐK 57

3.4 Tính toán dòng điện ngắn mạch duy trì xét đến ảnh hưởng của TĐK 58

3.5 Ảnh hưởng của phụ tải đến dòng điện ngắn mạch ba pha duy trì 63

**Chương 4. Quá trình quá độ điện từ và các thông số của máy phát điện khi ngắn mạch ba pha** 71

4.1 Vấn đề tính toán dòng điện ngắn mạch quá độ 71

4.2 Quá trình quá độ điện từ trong máy phát điện, phân tích theo hệ tọa độ vuông góc 72

4.3 Các thành phần từ thông trong máy phát điện phân tích theo mô hình trong hệ tọa độ vuông góc 78

4.4 Các sức điện động và điện kháng của máy phát điện đồng bộ 80

4.5 Sự biến thiên của sđđ và điện kháng máy phát điện trong thời gian quá độ sau ngắn mạch 90



|  |     |
|--|-----|
| <b>Chương 5. Tính toán dòng điện ngắn mạch quá độ</b>  | 95  |
| 5.1 Các trường hợp tính toán   | 95  |
| 5.2 Tính trị số ban đầu của dòng điện ngắn mạch chu kỳ   | 96  |
| 5.3 Tính toán dòng điện ngắn mạch bằng các chương trình máy tính.  | 108 |
| 5.4 Tính toán dòng điện ngắn mạch tại thời điểm bất kỳ theo thời gian quá độ                             | 114 |
| 5.5 Các ví dụ  | 126 |
| <b>Chương 6. Ngắn mạch không đối xứng</b>  | 136 |
| 6.1 Khái niệm chung  | 136 |
| 6.2 Cơ sở phương pháp các thành phần đối xứng  | 136 |
| 6.3 Điện kháng thứ tự nghịch và thứ tự không   | 139 |
| 6.4 Dòng điện và điện áp tại điểm ngắn mạch  | 150 |
| 6.5 Quy tắc đẳng trị thứ tự thuận  | 158 |
| 6.6 Tính toán dòng điện ngắn mạch không đối xứng phân bố trên các nhánh (phương pháp mở rộng sơ đồ)      | 166 |
| 6.7 Đặc điểm phân bố điện áp ngắn mạch không đối xứng  | 168 |
| 6.8 Sự biến đổi của các dòng điện và điện áp thành phần đối xứng qua máy biến áp                         | 169 |
| 6.9 So sánh dòng điện ngắn mạch các dạng khác nhau với ngắn mạch ba pha (theo trị số tại điểm ngắn mạch) | 177 |
| 6.10 Sơ đồ thay thế phức hợp   | 179 |
| <b>Chương 7. Sự cố phức tạp</b>  | 184 |
| 7.1 Khái niệm chung  | 184 |
| 7.2 Tính toán chế độ hệ thống lúc một hay hai pha bị đứt (không đối xứng dọc)                            | 184 |
| 7.3 Tính toán chế độ sự cố phức tạp  | 188 |
| 7.4 Sơ đồ phức hợp của tình trạng sự cố phức tạp   | 190 |
| <b>Phụ lục 1 Các đường cong tính toán ngắn mạch</b>  | 192 |
| <b>Phụ lục 2 Hệ phương trình quá trình quá độ điện từ trong hệ tọa độ quay vuông góc</b>                 | 194 |
| <b>Phụ lục 3 Hệ phương trình trạng thái của mạng điện có nhiều cấp điện áp</b>                           | 204 |
| <b>Phụ lục 4 Tổng trở thứ tự không của đường dây tải điện</b>  | 210 |



## LỜI TỰA

Từ năm 1969 các sinh viên ngành Hệ thống điện vẫn dùng cuốn sách "Quá trình quá độ điện từ trong hệ thống điện", do thầy Nguyễn Phiệt biên soạn làm tài liệu tham khảo chính khi học môn "Ngắn mạch trong hệ thống điện". Sự tồn tại lâu dài như vậy của một cuốn sách phần nào đã thể hiện chất lượng chuyên môn cao của nó. Cuốn sách không những cung cấp cho sinh viên cơ sở phương pháp tính toán ngắn mạch mà còn có thể tham khảo thêm về lý thuyết phân tích quá trình quá độ điện từ trong hệ thống điện. Năm 1997 bộ môn Hệ Thống Điện cũng đã dịch và xuất bản quyển sách "Ngắn mạch trong hệ thống điện" của tác giả Richard Roeper (CHLB Đức) nhằm làm tài liệu tham khảo bổ sung cho sinh viên và kỹ sư ngành điện về lĩnh vực này (nguyên bản tiếng Anh: "Short-Circuit Currents in Three-Phase Systems").

Mặc dù có những tài liệu trên chúng tôi thấy vẫn cần biên soạn một tài liệu mới cho môn học "Ngắn mạch trong hệ thống điện" với những lý do sau:

- Có những phát triển mới về phương pháp tính ngắn mạch hệ thống điện theo hướng ứng dụng các phần mềm máy tính chuyên dụng.
- Tài liệu cần phải phù hợp hơn với cách đào tạo mới trong nhà trường: chặt chẽ, xúc tích, giúp sinh viên nắm bắt nhanh những vấn đề cốt lõi, đồng thời hiểu được bản chất lý thuyết của các vấn đề.

Tác giả chân thành cảm ơn tất cả các nhận xét góp ý của người đọc về nội dung cuốn sách. Mọi thư từ liên hệ với tác giả xin gửi về địa chỉ thư: Bộ môn Hệ Thống Điện, khoa Điện, Trường ĐHBK Hà Nội, Đường Đại Cồ Việt, Quận Hai Bà Trưng Hà Nội.

Telephone: (84-4) 8692009, E-mail: [lavanut-htd@mail.hut.edu.vn](mailto:lavanut-htd@mail.hut.edu.vn).

Tác giả

Trong lần xuất bản thứ hai sách có bổ sung và sửa chữa. Các nội dung bổ sung chủ yếu nằm trong chương 4, nhằm làm rõ thêm một số chi tiết lý thuyết. Các sai sót biên soạn và ấn loát phát hiện trong lần xuất bản thứ nhất cũng đã được sửa chữa, loại bỏ.