

VẬN HÀNH VÀ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG ĐIỆN

Chương 2 Vận hành máy phát điện

TLTK: Trịnh Hùng Thám, Vận hành Nhà máy điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2007.

Chương 2: Vận hành máy phát điện

- 2.1. Khái niệm chung về máy phát điện
- 2.2. Hệ thống làm mát
- 2.3. Hệ thống kích thích
- 2.4. Chế độ làm việc bình thường
- 2.5. Chế độ quá tải
- 2.6. Chế độ không đồng bộ
- 2.7. Chế độ không đối xứng
- 2.8. Máy phát làm việc với phụ tải điện dung

2.1. Các khái niệm chung về máy phát điện

2.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

2.1.2. Phân loại

2.1.3. Các thông số chính

2.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

- MF sử dụng phổ biến trong HTĐ là MFĐ đồng bộ ba pha
- Gồm 2 phần chính: Phần cảm và phần ứng. Phần cảm đặt ở rotor và phần ứng đặt ở stator.
 - Rotor có một hoặc nhiều cặp cực trên đó có cuộn dây được nối với nguồn DC, cung cấp dòng điện DC để tạo ra từ trường DC.
 - Stator gồm một hoặc nhiều hệ thống 3 cuộn dây đặt lệch nhau 120° điện trong không gian.

- Hình vẽ cấu trúc của MF đồng bộ 3 pha đơn giản:
- Rotor MF được truyền động bởi turbine (động cơ sơ cấp) như hình vẽ sau đây:

- Khi rotor quay, từ trường quay rotor sẽ sinh ra sđđ cảm ứng AC 3 pha trên các cuộn dây stator. Nếu các cuộn dây stator nối với tải sẽ sinh ra dòng điện AC 3 pha. HT dòng điện AC 3 pha sẽ sinh ra từ trường quay, quay đồng bộ với rotor.
- Trong chế độ vận hành bình thường, turbine cung cấp cơ năng cho MF cùng chiều với chiều chuyển động của rotor, đặc trưng bởi mô men cơ T_m . MF biến cơ năng thành điện năng cung cấp cho phụ tải, đặc trưng bởi T_e ($T_e = P\omega_0$).

- Quá trình chuyển hóa năng lượng trong MF:
- Để đảm bảo MF làm việc ở tốc độ đồng bộ, mô men cơ phải cân bằng với mô men điện: $T_m = T_e$.

2.1.2. Phân loại

- MF sử dụng trong HTĐ chủ yếu gồm 2 loại: nhiệt điện và thủy điện.
- (i) MF nhiệt điện:
 - Tốc độ quay lớn, kích thước máy nhỏ và hiệu suất cao
 - Turbine hơi
 - Rotor có dạng cực ắc
 - Khởi động và dừng tổ máy lâu, thay đổi công suất chậm
 - Có giới hạn công suất vận hành cực tiểu (30-40%)

- (ii) MF thủy điện:
 - Tốc độ quay thấp, kích thước máy lớn
 - Turbine nước
 - Rotor có dạng cực lõi, nhiều cặp cực
 - Khởi động và dừng tổ máy nhanh, thay đổi công suất nhanh
 - Không có giới hạn công suất vận hành cực tiểu.

2.1.3. Các thông số chính

- Công suất định mức: $S_{\text{đm}}, P_{\text{đm}}$
- Điện áp định mức: $U_{\text{đm}}$
- Dòng điện định mức: $I_{\text{đm}}$
- Hệ số công suất định mức: $\cos\varphi_{\text{đm}}$
- Điện kháng:
 - Điện kháng đồng bộ dọc trục và ngang trục: X_d và X_q
 - Điện kháng quá độ dọc trục và ngang trục: X'_d và X'_q

- Điện kháng siêu quá độ dọc trục và ngang trục:
 X''_d và X''_q
- Điện kháng thứ tự nghịch: X_2
- Điện kháng thứ tự không X_0

2.2. Hệ thống làm mát

2.2.1. Vai trò của hệ thống làm mát

2.2.2. Các môi chất làm mát

2.2.3. Các hệ thống làm mát

a. Hệ thống làm mát gián tiếp

b. Hệ thống làm mát trực tiếp

2.2.1. Vai trò của hệ thống làm mát

- Đảm bảo các phần tử của MF không vượt quá phát nóng cho phép
- Tăng công suất đơn vị của MF
- Hiệu quả làm mát phụ thuộc vào môi chất làm mát và phương pháp làm mát. Việc sử dụng môi chất và phương pháp làm mát tùy thuộc vào công suất định mức của MF.

2.2.2. Các môi chất làm mát

- Môi chất làm mát bao gồm: Không khí, hydro, dầu, nước
- Hiệu quả làm mát phụ thuộc vào khối lượng riêng, tỷ nhiệt, nhiệt dẫn , khả năng tỏa nhiệt và áp suất (đối với chất khí).

2.2.3. Các hệ thống làm mát

a. Hệ thống làm mát gián tiếp

- Môi chất làm mát chạy bên ngoài cách điện của dây dẫn, trong các khe hở thông gió
- Hiệu quả làm mát thấp
- Môi chất làm mát là không khí hoặc hydro

(i) Hệ thống làm mát bằng không khí

- Hệ thống hở: Không khí làm mát được thổi vào MF sau đó được thải ra ngoài; đơn giản; kém hiệu quả; thích hợp với MF công suất thấp

- Hệ thống kín: Sử dụng lượng không khí nhất định chạy tuần hoàn; không khí sau khi làm mát MF sẽ được làm mát bằng nước; hiệu quả cao; thích hợp với MF công suất nhỏ và trung bình

(ii) Hệ thống làm mát bằng hydro

- Chỉ sử dụng hệ thống kín
- Hydro chạy tuần hoàn trong các khe hở thông gió; hydro sau khi làm mát MF sẽ được làm mát bằng nước
- Áp suất hydro phải lớn hơn áp suất khí quyển nhằm tránh Oxy trong không khí xâm nhập vào MF
- Hiệu quả cao, thích hợp với MF công suất trung bình và lớn

b. Hệ thống làm mát trực tiếp

- Sử dụng dây dẫn rỗng
- Môi chất làm mát là hydro hoặc nước
- Thực hiện cho cả rotor và stator
- Hiệu quả rất cao, phù hợp với MF có công suất lớn và cực lớn

2.3. Hệ thống kích từ

2.3.1. Nhiệm vụ và các thông số chính

2.3.2. Yêu cầu đối với hệ thống kích từ

2.3.3. Phân loại và đặc điểm

2.3.4. Tự động diệt từ trường cuộn kích từ

2.3.1. Nhiệm vụ và các thông số chính

- Nhiệm vụ: Cung cấp dòng điện kích từ DC cho cuộn dây rotor MF khi vận hành bình thường và thực hiện kích từ cưỡng bức khi cần thiết
- Các thông số chính
 - Điện áp định mức $U_{fđm}$
 - Dòng điện định mức $I_{fđm}$
 - Công suất định mức $P_{fđm}$
 - Bội số kích từ cưỡng bức: K_U, K_I
 - Tốc độ kích từ

2.3.2. Yêu cầu đối với hệ thống kích từ

- Đảm bảo cung cấp dòng điện kích từ trong chế độ vận hành bình thường cũng như sự cố
- Trong chế độ vận hành bình thường, hệ thống kích từ phải được tự động điều chỉnh ổn định với điện áp đầu cực MF nằm trong phạm vi $\pm 5\%$ khi phụ tải máy phát thay đổi từ không đến định mức
- Tác động nhanh: Tốc độ kích từ $\geq 2U_{fdm}/s$. Khi MF làm việc với đường dây tải điện dài tốc độ kích từ phải bằng $(7 - 9)U_{fdm}/s$

- Đáp ứng nhanh: Đạt được điện áp kích từ lớn nhất có thể có trong thời gian nhất định để đảm bảo phục hồi sự làm việc bình thường khi giải trừ sự cố; Điện áp kích từ cưỡng bức giới hạn lớn nhất được xác định bởi quá điện áp cho phép của mạch kích từ, nói chung không được nhỏ hơn $2U_{fdm}$ (khi MF làm việc với đường dây dài, đại lượng này bằng $(3-4)U_{fdm}$); dòng điện kích từ lớn nhất khi kích từ cưỡng bức giới hạn phụ thuộc vào phát nóng cho phép của rotor; Thời gian duy trì dòng điện này phụ thuộc vào kiểu kích từ và bằng khoảng $(20 - 50)$ s.

2.3.3. Phân loại và đặc điểm hệ thống kích từ

- a. Hệ thống kích từ dùng máy điện một chiều
- b. Hệ thống kích từ kiểu chỉnh lưu bán dẫn

- a. Hệ thống kích từ dùng máy điện một chiều
- Có 2 loại hệ thống kích thích dùng máy điện DC: Tự kích từ và kích từ độc lập.
 - Hình vẽ:

- Ba chế độ làm việc của sơ đồ:
 - (i) Điều chỉnh điện áp bằng tay
 - (ii) Điều chỉnh điện áp tự động
 - (iii) Chế độ kích từ cưỡng bức
- Xác định điện áp kích từ giới hạn lớn nhất có thể có và dòng kích từ giới hạn lớn nhất tương ứng
- Máy kích từ thường được gắn đồng trục với MF
- Sử dụng hệ thống chổi than vành góp nên độ tin cậy thấp
- Thích hợp với MF có công suất 100 – 150 MW

b. Hệ thống kích từ kiểu chỉnh lưu bán dẫn

(i) Chỉnh lưu bán dẫn cố định

- Dùng nguồn AC là máy phát điện tần số cao

- Dùng MBA nối với đầu cực MF

(ii) Chỉnh lưu quay

2.3.4. Tự động diệt từ trường cuộn kích từ

- Khi cắt MF cần phải nhanh chóng tự động diệt từ trường cuộn kích từ
- Diệt từ trường bằng cách nhanh chóng giảm dòng điện kích từ
- Diệt từ trường càng nhanh càng hạn chế ảnh hưởng do điện áp MF gây nên, tuy nhiên do điện cảm của cuộn kích từ lớn nên điện áp tự cảm rất lớn làm quá điện áp cuộn kích từ
- Thời gian diệt từ trường được xác định sao cho quá điện áp cuộn dây kích từ nằm trong phạm vi cho phép

a. Diệt từ bằng điện trở tác dụng

cuu duong than cong . com

b. Diệt từ bằng buồng dập hồ quang

cuu duong than cong . com

c. Diệt từ bằng chỉnh lưu ngược

cuu duong than cong . com