

TRẦN KHÁNH HÀ

THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRẦN KHÁNH HÀ



THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 1997

Lời nói đầu

Quyển sách "THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN" này được viết trên cơ sở các giáo trình "THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN VÀ THIẾT KẾ NHỜ MÁY TÍNH" kết hợp với thực tiễn tính toán thiết kế trong nhiều năm của bộ môn Thiết bị điện Trường đại học Bách khoa Hà Nội.

Dựa trên lý thuyết cơ bản của máy điện, tác giả đã phân tích những vấn đề thực tiễn trong thiết kế máy điện, đi sâu vào những phần trọng điểm, có liên hệ thực tế sản xuất để bạn đọc nắm được những quy luật cơ bản trong thiết kế máy điện, đồng thời có thể nâng cao năng lực tư duy, phân tích và tích lũy kiến thức. Vì vậy, ở phần cuối cuốn sách có nêu lên cách dùng máy tính để tính toán máy điện, đề ra các phương pháp tính toán tự động và tối ưu.

Sách được bố cục theo trình tự giảng dạy gồm mười lăm chương, trong đó chín chương đầu nói về các vấn đề chung cho các loại máy điện như cách xác định kích thước chủ yếu, dây quấn, tính mạch từ, tham số, tổn hao, thông gió và phát nhiệt, tính toán cơ khí cho các kết cấu cơ bản. Ba chương tiếp theo đi sâu vào tính toán thiết kế ba loại máy điện cơ bản là máy điện không đồng bộ, máy điện đồng bộ và máy điện một chiều có kèm theo thí dụ tính toán. Ba chương cuối nêu cách sử dụng máy tính để thiết kế máy điện, các mô hình toán và các phương pháp lập trình tính toán tự động và tối ưu. Cuối cùng là phần phụ lục đầy đủ dùng cho tính toán.

Trong quá trình biên soạn, việc thu thập tài liệu gặp nhiều khó khăn, vì mỗi nước có cách tính và số liệu kinh nghiệm riêng, vật liệu luôn đổi mới do đó việc đề ra một phương pháp thiết kế đơn giản, chính xác và theo kịp kỹ thuật mới gặp rất nhiều trở ngại. Tác giả đã nhận được sự góp ý chân thành của các bạn đồng nghiệp, đặc biệt PTS Nguyễn Hồng Thanh đã cùng tham gia biên

soạn chương 14, 15 về mô hình toán và thiết kế tối ưu. Xin chân thành cảm ơn tất cả.

Sách "THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN" này được dùng để giảng dạy hay tham khảo trong các trường đại học, cao đẳng, trung học chuyên nghiệp có chuyên ngành về thiết bị điện, nó cũng có ích cho các kỹ sư, kỹ thuật viên ở các nhà máy và các viện nghiên cứu khi cần tra cứu.

Vì trình độ, thời gian và tài liệu có hạn, nên sách không tránh khỏi có sơ suất, xin bạn đọc miễn thứ. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Bộ môn Thiết bị điện Trường đại học Bách khoa Hà Nội.

Tác giả

PGS. Trần Khánh Hà

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Chương 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN QUAY	
1.1. Tác dụng của sản xuất máy điện trong nền kinh tế quốc dân	5
1.2. Nhiệm vụ và phạm vi thiết kế máy điện	6
1.3. Tầm quan trọng của tiêu chuẩn hóa, thiết kế dây và thông dụng hóa trong thiết kế	8
1.4. Phương pháp học tập môn học này	8
1.5. Các kích thước chủ yếu. Hàng số máy điện	10
1.6. Quan hệ giữa những máy đồng dạng	14
1.7. Quan hệ giữa đường kính và chiều dài	16
Chương 2. VẬT LIỆU THƯỜNG DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN	
2.1. Vật liệu dẫn từ	18
2.2. Vật liệu dẫn điện	23
2.3. Vật liệu kết cấu	24
2.4. Vật liệu cách điện	25
2.5. Chổi than	28
2.6. Ảnh hưởng của môi trường nhiệt đới đối với vật liệu kỹ thuật điện	29
Chương 3. KẾT CẤU CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN	
A. Dây quấn phần ứng của máy điện một chiều	
3.1. Khái niệm cơ bản về dây quấn máy điện một chiều	31
3.2. Các loại dây quấn	33
3.3. Điều kiện đối xứng của dây quấn	38
3.4. Dây cân bằng điện thế	40
3.5. Sơ đồ nối dây quấn thực tế	42

3.6. Kết cấu dây quấn máy điện một chiều	43
3.7. Kích thước dây quấn máy điện một chiều	47
<i>B. Dây quấn phản ứng của máy điện xoay chiều</i>	
3.8. Dây quấn một lớp	51
3.9. Dây quấn hai lớp	55
3.10. Kết cấu của dây quấn máy điện xoay chiều	65
3.11. Kích thước dây quấn máy điện xoay chiều	68
<i>C. Dây quấn kích từ, dây quấn bù, dây quấn cản</i>	
3.12. Dây quấn kích từ	73
3.13. Dây quấn bù của máy điện một chiều	76
3.14. Dây quấn cản của máy điện đồng bộ cực lồi	76

Chương 4. TÍNH TOÁN MẠCH TỪ

4.1. Sức từ động ở khe hở không khí	78
4.2. Sức từ động ở răng	85
4.3. Sức từ động ở cực từ và gông cực từ	91
4.4. Sức từ động kích từ lúc máy không tải, đặc tính không tải	98

Chương 5. XÁC ĐỊNH ĐIỆN TRỞ VÀ ĐIỆN KHÁNG CỦA DÂY QUẤN

5.1. Xác định điện trở của dây quấn	103
5.2. Xác định điện kháng của dây quấn	109
5.3. Xác định điện kháng đối với rãnh nghiêng	121
5.4. Trị số tương đối của các tham số máy điện	124

Chương 6. TỔN HAO VÀ HIỆU SUẤT

6.1. Đại cương	125
6.2. Tổn hao trong thép	126
6.3. Tổn hao đồng	131
6.4. Tổn hao cơ	131
6.5. Tổn hao phụ lúc có tải	133
6.6. Hiệu suất	134

Chương 7. TÍNH TOÁN THÔNG GIÓ VÀ LÀM NGUỘI

- 7.1. Hệ thống thông gió 136
- 7.2. Tính toán thông gió 138
- 7.3. Tính toán quạt gió 145

Chương 8. TÍNH TOÁN NHIỆT TRONG MÁY ĐIỆN

- 8.1. Đại cương 152
- 8.2. Nguyên lý cơ bản về dẫn nhiệt và truyền nhiệt trong máy điện 153
- 8.3. Tính toán độ tăng nhiệt ở chế độ nhiệt ổn định 162
- 8.4. Tính toán độ tăng nhiệt ở chế độ nhiệt quá độ 175

Chương 9. KẾT CẤU VÀ TÍNH TOÁN CƠ CÁC BỘ PHẬN CHỦ YẾU CỦA MÁY ĐIỆN

- 9.1. Kết cấu của máy điện 177
- 9.2. Tính toán trục 187
- 9.3. Tính toán vành ép rôto 199
- 9.4. Tính toán nêm và đai trên lõi sắt rôto 201
- 9.5. Rôto của máy điện đồng bộ 204
- 9.6. Tính toán bulông bắt cực từ máy điện một chiều 207
- 9.7. Tính toán gối trục 210

Chương 10. TÍNH TOÁN MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

- 10.1. Đại cương 212
- 10.2. Xác định kích thước chủ yếu 215
- 10.3. Thiết kế stato 221
- 10.4. Thiết kế lõi sắt rôto 227
- 10.5. Khe hở không khí 237
- 10.6. Tham số của động cơ điện không đồng bộ trong quá trình khởi động 239
- 10.7. Xác định đặc tính làm việc và khởi động 249
- 10.8. Ví dụ tính toán 258

Chương 11. TÍNH TOÁN MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

- 11.1. Đại cương 284

11.2. Xác định kích thước chủ yếu	285
11.3. Thiết kế lõi sắt stato	292
11.4. Khe hở không khí	296
11.5. Lõi sắt rôto	297
11.6. Tham số của máy điện đồng bộ	315
11.7. Các đặc tính của máy điện đồng bộ	322
11.8. Ví dụ tính toán	328

Chương 12. TÍNH TOÁN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

12.1. Đại cương	356
12.2. Xác định kích thước chủ yếu	357
12.3. Chọn số đôi cực	361
12.4. Tính toán phần ứng	363
12.5. Tính toán cổ góp và chổi than	367
12.6. Tính toán khe hở không khí và phần tĩnh	369
12.7. Sức từ động lúc có tải và dây quấn kích từ	372
12.8. Kiểm tra đổi chiều và cực từ phụ	377
12.9. Đặc tính làm việc	381
12.10. Ví dụ tính toán	385

Chương 13. THIẾT KẾ MÁY ĐIỆN NHỎ MÁY TÍNH

13.1. Đại cương	414
13.2. Các bộ phận cơ bản hợp thành của hệ thống thiết kế tự động CAD	413
13.3. Hướng phát triển của thiết kế tự động	414
13.4. Những bước cơ bản trong quá trình thiết kế tự động	415

Chương 14. MÔ HÌNH TOÁN TRONG THIẾT KẾ TỰ ĐỘNG

14.1. Khái niệm cơ bản	417
14.2. Mô hình toán lý thuyết	418
14.3. Mô hình toán thực nghiệm	419
14.4. Lập trình tính kiểm tra động cơ không đồng bộ ba pha	419

Chương 15. THIẾT KẾ TỐI ƯU

15.1. Các khái niệm và định nghĩa cơ bản của bài toán thiết kế tối ưu	430
15.2. Nhiệm vụ của bài toán quy hoạch phi tuyến	431
15.3. Hàm mục tiêu	434
15.4. Các phương pháp tính tối ưu	436
15.5. Tiêu chuẩn đánh giá các phương pháp tính tối ưu	459

PHỤ LỤC

Phụ lục I	: Chiều cao tâm trục và kích thước lắp đặt	461
Phụ lục II	: Dây công suất máy điện từ 0,06 đến 1000 kW	463
Phụ lục III	: Kích thước đầu trục máy điện	463
Phụ lục IV	: Dây công suất theo chiều cao tâm trục của động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc	464
Phụ lục V	: Bảng và đường cong từ hóa các loại thép	466
Phụ lục VI	: Kích thước dây dẫn	479
Phụ lục VII	: Chiều dày cách điện dây dẫn bọc thủy tinh	489
Phụ lục VIII	: Cách điện dây quấn máy điện xoay chiều	490
Phụ lục IX	: Cách điện dây quấn máy điện một chiều	502
Phụ lục X	: Kích thước chổi than dùng cho máy điện	506
Phụ lục XI	: Chi tiết tiêu chuẩn	507
Phụ lục XII	: Một số loại ổ bi thường dùng trong máy điện	511
Sách tham khảo		514