

VŨ GIA HANH (chủ biên)
TRẦN KHÁNH HÀ - PHAN TỬ THỤ
NGUYỄN VĂN SÁU

EBOOKBKMT.COM

MÁY ĐIỆN

★ ★ TẬP 2

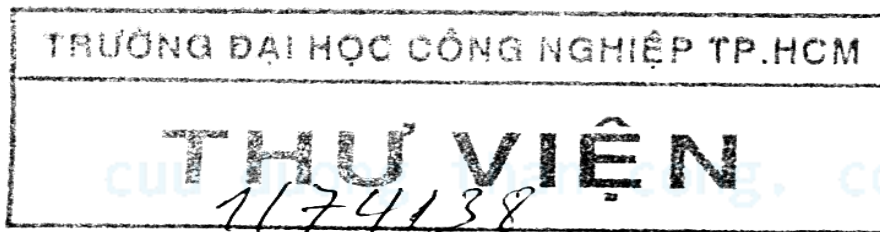


NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

VŨ GIA HANH (Chủ biên)
TRẦN KHÁNH HÀ, PHAN TỬ THỤ
NGUYỄN VĂN SÁU

MÁY ĐIỆN II

In lần thứ 5, có sửa chữa và bổ sung



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

PHẦN THỨ TƯ
MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

cuu duong than cong. com

ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Máy điện đồng bộ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Phạm vi sử dụng chính là biến đổi cơ năng thành điện năng, nghĩa là làm máy phát điện. Điện năng ba pha chủ yếu dùng trong nền kinh tế quốc dân và trong đời sống được sản xuất từ các máy phát điện quay bằng tuabin hơi, tuabin khí hoặc tuabin nước.

Máy điện đồng bộ còn được dùng làm động cơ, đặc biệt trong các thiết bị lớn, vì khác với các động cơ không đồng bộ, chúng có khả năng phát ra công suất phản kháng.

Thông thường các máy đồng bộ được tính toán sao cho chúng có thể phát ra công suất phản kháng gần bằng công suất tác dụng. Trong một số trường hợp, việc đặt các máy đồng bộ ở gần các trung tâm công nghiệp lớn để chỉ phát ra công suất phản kháng đủ bù hệ số công suất $\cos\varphi$ cho lưới điện là hợp lý. Những máy như vậy được gọi là máy bù đồng bộ.

Các động cơ đồng bộ công suất nhỏ (đặc biệt là các động cơ kích từ bằng nam châm vĩnh cửu) cũng được dùng rất rộng rãi trong các trang bị tự động và điều khiển.

22.1. PHÂN LOẠI VÀ KẾT CẤU CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ**22.1.1. Phân loại**

Theo kết cấu có thể chia máy điện đồng bộ thành hai loại: Máy đồng bộ cực ẩn thích hợp với tốc độ quay cao (số cực $2p = 2$) và máy đồng bộ cực lộ thích hợp khi tốc độ quay thấp ($2p \geq 4$).

Theo chức năng, có thể chia máy điện đồng bộ thành các loại chủ yếu sau:

a. Máy phát điện đồng bộ. Máy phát điện đồng bộ thường được kéo bởi tuabin hơi hoặc tuabin nước và được gọi là *máy phát tuabin hơi* hoặc *máy phát tuabin nước*. Máy phát tuabin hơi có tốc độ quay cao, do đó được chế tạo theo kiểu *cực ẩn* và có trục máy đặt nằm ngang. Máy phát điện tuabin nước thường có tốc độ quay thấp nên có kết cấu theo kiểu

c lõi và nối chung trục máy được đặt thẳng đứng. Trong trường hợp máy phát điện có công suất nhỏ và cần di động thì thường dùng điêzen làm động cơ sơ cấp và được gọi là máy phát điện điêzen. Máy phát điện điêzen thường có cấu tạo cực lõi.

b. Động cơ điện đồng bộ. Động cơ điện đồng bộ thường được chế tạo theo kiểu cực lõi và được sử dụng để kéo các tải không đòi hỏi phải thay đổi tốc độ, với công suất chủ yếu từ 200 kW trở lên.

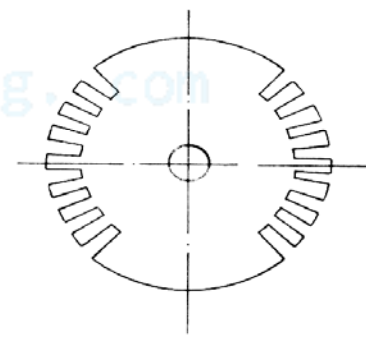
c. Máy bù đồng bộ. Máy bù đồng bộ chủ yếu dùng để cải thiện hệ số công suất $\cos\varphi$ của lưới điện.

Ngoài các loại trên còn có các máy điện đồng bộ đặc biệt như máy biến đổi một phần ứng, máy đồng bộ tần số cao,... và các máy đồng bộ công suất nhỏ dùng trong tự động, như động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu, động cơ đồng bộ phản kháng, động cơ đồng bộ từ trễ, động cơ bước,...

22.1.2. Kết cấu

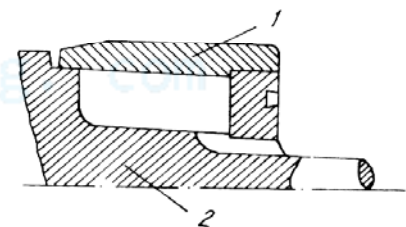
Để thấy rõ đặc điểm về kết cấu của máy điện đồng bộ, ta sẽ xét riêng rẽ kết cấu của máy cực ẩn và của máy cực lõi.

a. Kết cấu của máy đồng bộ cực ẩn. Rôto của máy đồng bộ cực ẩn làm bằng thép hợp kim chất lượng cao, được rèn thành khối hình trụ, sau đó gia công và phay rãnh để đặt dây quấn kích từ. Phần không phay rãnh của rôto hình thành mặt cực từ. Mặt cắt ngang trục lõi thép rôto như trên hình 22-1.



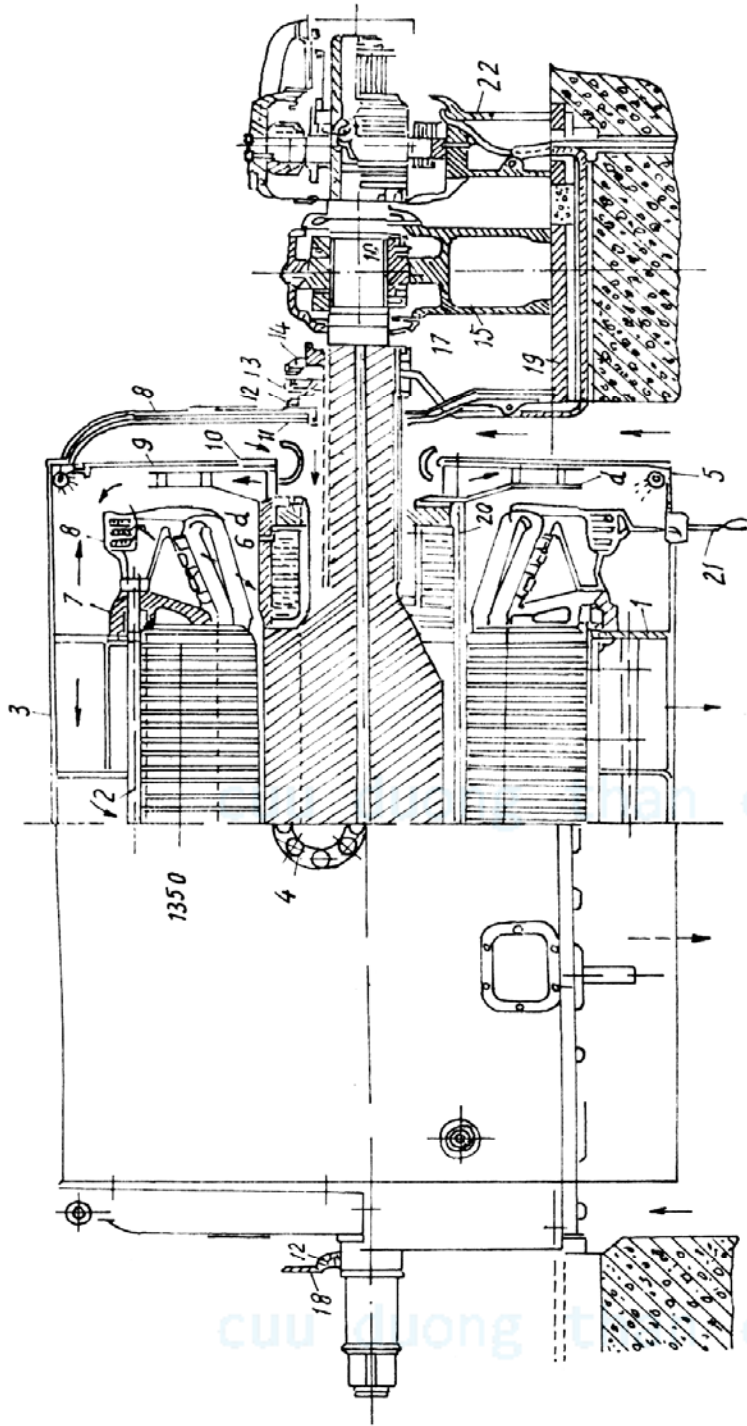
Hình 22-1. Mặt cắt ngang trục lõi thép rôto

Các máy điện đồng bộ hiện đại cực ẩn thường được chế tạo với số cực $2p = 2$, tốc độ quay của rôto là 3000 vg/ph và để hạn chế lực ly tâm, trong phạm vi an toàn đối với thép hợp kim chế tạo thành lõi thép rôto, đường kính D của rôto không được vượt quá $1,1 \div 1,15$ m. Để tăng công suất máy, chỉ có thể tăng chiều dài l của rôto. Chiều dài tối đa của rôto vào khoảng 6,5 m.



Hình 22-2. Cố định phần đầu nối của dây quấn kích từ
1. vành đai; 2. lõi thép rôto

Dây quấn kích từ đặt trong rãnh rôto được chế tạo từ dây đồng trần tiết diện chữ nhật, quấn theo chiều mỏng thành các bố dây đồng



Hình 22-3. Mặt cắt dọc máy phát điện tuabin hơi.

1. bộ máy; 2. lõi thép stato; 3. vỏ máy; 4. bộ gá để nâng stato; 5. ống dẫn chống cháy;
 6. dây quấn stato; 7. vành ép stato; 8. lá chắn ngoài; 9. lá chắn trong; 10. lá chắn thông
 gió; 11. che lá chắn; 12. cán chổi; 13. tay giữ chổi;
 14. chổi; 15. ổ trục; 16. miếng lót; 17. ống phun dầu; 18. giá ống phun dầu phía tuabin.
 19. tấm móng; 20. rôto; 21. cực; 22. máy kích thích

tâm. Các vòng dây của bối dây này được cách điện với nhau bằng một lớp mica mỏng. Để cố định và ép chặt dây quấn kích từ trong rãnh, miệng rãnh được nôm kín bởi các thanh nôm bằng thép không từ tính. Phần đầu nổi (nằm ngoài rãnh) của dây quấn kích từ được đai chặt bằng các ống trụ thép không từ tính (hình 22-2).

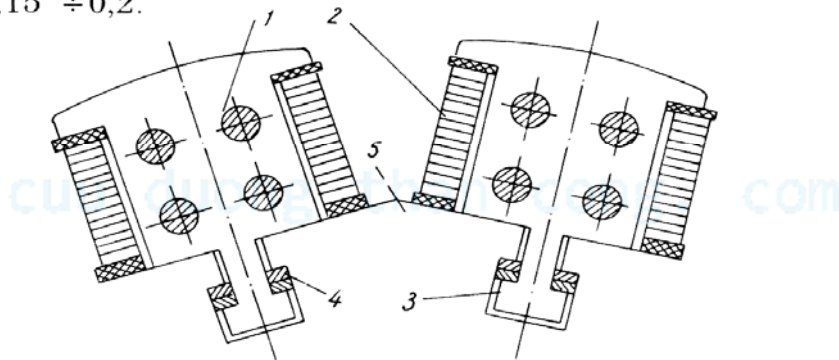
Hai đầu của dây quấn kích từ đi luồn trong trục và nối với hai vành trượt đặt ở đầu trục thông qua hai chổi điện để nối với dòng kích từ một chiều.

Máy kích từ này thường được nối trục với trục máy đồng bộ hoặc có trục chung với máy đồng bộ.

Stato của máy đồng bộ cực ẩn bao gồm lõi thép, trong có đặt dây quấn ba pha và thân máy, nắp máy. Lõi thép stato được ép bằng các lá tôn silic dày 0,5 mm, hai mặt có phủ sơn cách điện. Dọc chiều dài lõi thép stato cứ cách khoảng $3 \div 6$ cm lại có một rãnh thông gió ngang trục, rộng 10 mm. Lõi thép stato được đặt cố định trong thân máy. Trong các máy đồng bộ công suất trung bình và lớn, thân máy được chế tạo theo kết cấu khung thép, mặt ngoài bọc bằng các tấm thép dát dày. Thân máy phải thiết kế và chế tạo để sao cho trong nó hình thành hệ thống đường thông gió làm lạnh máy điện. Nắp máy cũng được chế tạo từ thép tấm hoặc từ gang đúc. Ở các máy đồng bộ công suất trung bình và lớn, ổ trục không đặt ở nắp máy mà ở giá đỡ, ổ trục đặt cố định trên bệ máy.

Kết cấu của máy phát đồng bộ cực ẩn trình bày trên hình 22-3.

b. Kết cấu của máy đồng bộ cực lồi. Máy đồng bộ cực lồi thường có tốc độ quay thấp, vì vậy khác với máy đồng bộ cực ẩn, đường kính rôto D của nó có thể lớn tới 15 m trong khi chiều dài l lại nhỏ, với tỷ lệ $l/D = 0,15 \div 0,2$.



Hình 22-4. Cực từ của máy đồng bộ cực lồi.

1. lá thép cực từ; 2. dây quấn kích thích;
3. đuôi hình T; 4. nôm; 5. lõi thép rôto

Rôto của máy điện đồng bộ cực lõi công suất nhỏ và trung bình có lõi thép được chế tạo bằng thép đúc và gia công thành khối lăng trụ hoặc khối hình trụ (bánh xe) trên mặt có đặt các cực từ. Ở các máy lớn, lõi thép đó được hình thành bởi các tấm thép dày $1 \div 6$ mm, được dập hoặc đúc định hình sẵn để ghép thành các khối lăng trụ và lõi thép này thường không trực tiếp lồng vào trục máy mà được đặt trên giá đỡ của rôto. Giá này lồng vào trục máy. Cực từ đặt trên lõi thép rôto được ghép bằng những lá thép dày $1 \div 1,5$ mm (hình 22-4).

Việc cố định cực từ trên lõi thép được thực hiện nhờ đuôi hình T hoặc bằng các bulông xuyên qua mặt cực và vít chặt vào lõi thép rôto.

Dây quấn kích từ được chế tạo từ dây đồng trần tiết diện chữ nhật quấn uốn theo chiều mỏng thành từng cuộn dây. Cách điện giữa các vòng dây là các lớp mica hoặc amiăng. Các cuộn dây sau khi đã gia công được lồng vào thân cực.

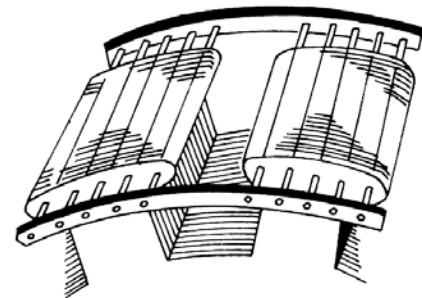
Dây quấn cản (trường hợp máy phát đồng bộ) hoặc dây quấn mở máy (trường hợp động cơ đồng bộ) được đặt trên các đầu cực. Các dây quấn này giống như dây quấn kiểu lồng sóc của máy điện không đồng bộ, nghĩa là làm bằng các thanh đồng đặt vào rãnh các đầu cực và được nối hai đầu bởi hai vòng ngắn mạch (hình 22-5).

Dây quấn mở máy chỉ khác dây quấn cản ở chỗ điện trở các thanh dẫn của nó lớn hơn.

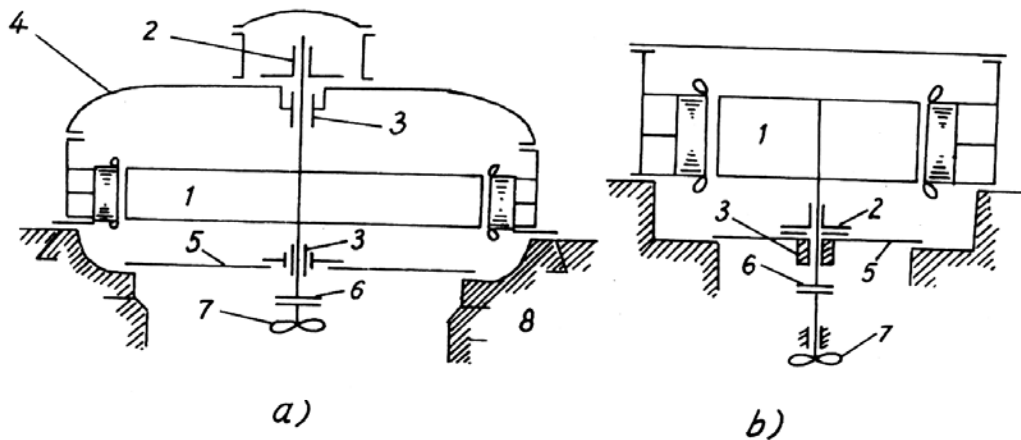
Stato của máy đồng bộ cực lõi có cấu tạo tương tự như của máy đồng bộ cực ẩn.

Trục của máy đồng bộ cực lõi có thể đặt nằm ngang như ở các động cơ đồng bộ, máy bù đồng bộ, máy phát điện điêzen hoặc máy phát tuabin nước công suất nhỏ và tốc độ quay tương đối lớn (khoảng trên 200 vg/ph). Ở trường hợp máy phát tuabin nước, tuabin nước công suất lớn, tốc độ chậm, trục của máy được đặt thẳng đứng. Khi trục máy đặt thẳng đứng, ổ trục đỡ rất quan trọng. Nếu ổ trục đỡ đặt ở đầu trên của trục thì máy thuộc kiểu treo, còn nếu đặt ở đầu dưới của trục thì máy thuộc kiểu dù (hình 22-6).

Ở máy phát tuabin nước kiểu treo, xà đỡ trên tựa vào thân máy, do đó tương đối dài và phải rất khỏe vì nó chịu toàn bộ trọng lượng của rôto máy phát, rôto tuabin nước và xung lực của nước đi vào tuabin. Như vậy



Hình 22-5. Dây quấn cản (dây quấn mở máy) của máy điện đồng bộ



Hình 22-6. Sơ đồ kết cấu của máy điện đồng bộ trực đứng.

a) kiểu treo; b) kiểu dùi.

1. rôto; 2. ổ trục đỡ; 3. ổ trục định hướng; 4. xà đỡ trên;
5. xà đỡ dưới; 6. nối trục; 7. tuabin; 8. nền máy

kích thước xà đỡ trên rất lớn, tốn nhiều sắt thép, đồng thời bản thân máy cũng cao lớn do đó tăng thêm chi phí xây dựng buồng đặt máy. Ở máy phát tuabin nước kiểu dùi, ổ trục đỡ tựa trên xà dưới. Xà đỡ dưới được cố định trên nền của gian máy, do đó ngắn hơn và ở một số máy, ổ trục đỡ được đặt ngay trên nắp của tuabin nước. Trong cả hai trường hợp đều giảm được vật liệu chế tạo (có thể tới vài trăm tấn đối với các máy lớn) và khiến cho bản thân máy và buồng đặt máy đều thấp hơn.

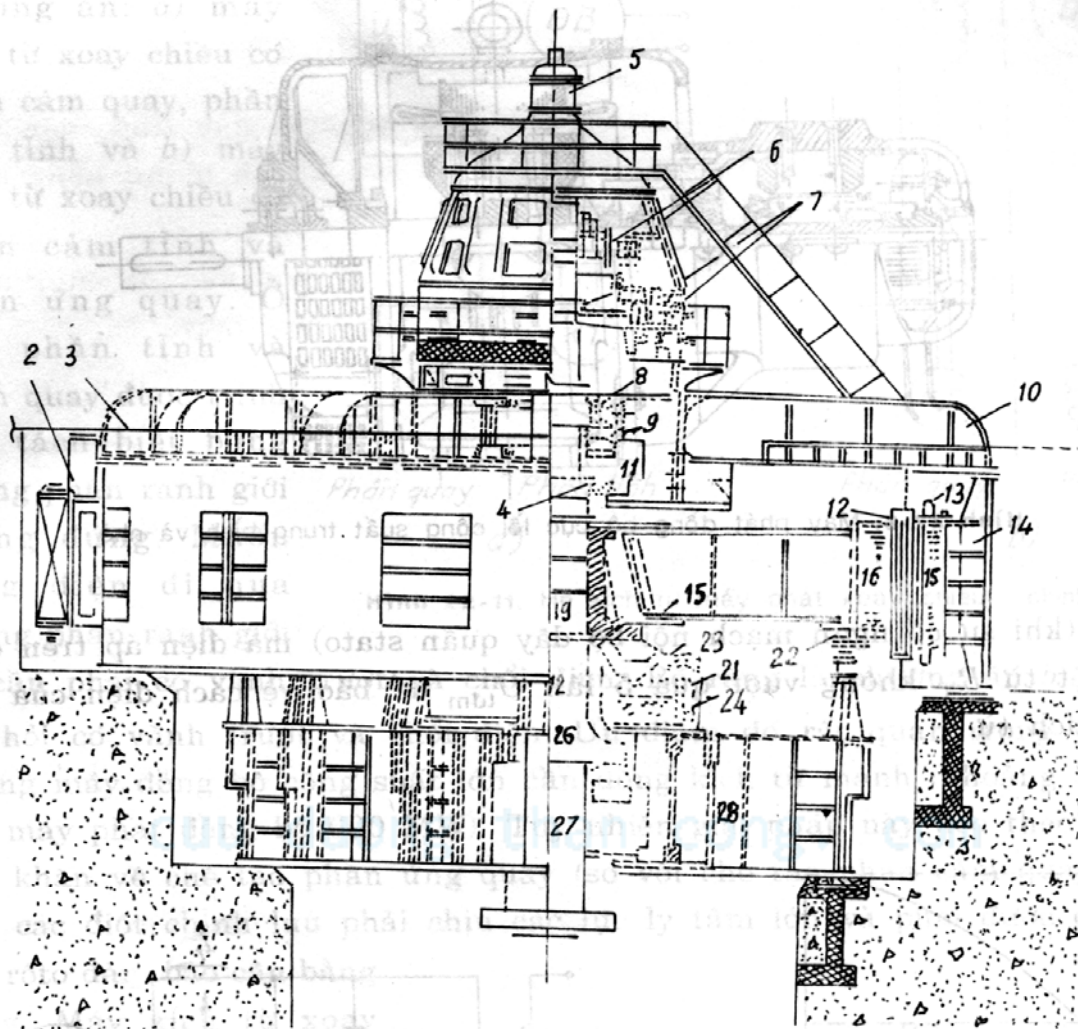
Trên cùng trục với máy phát tuabin thường có đặt thêm các máy phụ - máy kích thích, để cung cấp dòng điện một chiều cho cực từ của máy phát đồng bộ và máy phát điều chỉnh, để làm nguồn cung cấp điện cho bộ điều chỉnh tự động của tuabin.

Kết cấu của máy phát đồng bộ tuabin nước trình bày trên hình 22-7. Hình 22-8 trình bày kết cấu của các máy đồng bộ cực lồi công suất trung bình và nhỏ.

22.2. HỆ KÍCH TỪ MÁY ĐỒNG BỘ

Hệ kích từ máy đồng bộ phải đảm bảo:

1. Điều chỉnh dòng kích từ $I_t = \frac{U_t}{r_t}$ để duy trì điện áp máy phát U trong điều kiện làm việc bình thường (bằng cách điều chỉnh điện áp kích thích U_t).



Hình 22-7. Máy phát đồng bộ tuabin nước kiểu dù.

1. bộ làm lạnh không khí; 2. lối ra cửa không khí nóng; 3. che; 4. vành trượt;
 5. máy phát điều chỉnh; 6. máy kích thích phụ; 7. máy kích thích; 8. ổ định hướng trên;
 9. máng dầu của ổ định hướng; 10. xà trên; 11. bộ làm lạnh dầu;
 12. quạt gió; 13. dây quấn stato; 14. vỏ stato; 15. đĩa rôto; 16. vành rôto;
 17. cực từ; 18. lõi thép stato; 19. ống lót rôto; 20. đĩa ổ chặn; 21. máng dầu của ổ chặn;
 22. phanh; 23. vành chân; 24. rơ quạt cố định của ổ chặn;
 25. tấm móng; 26. ổ định hướng dưới; 27. trục; 28. xà dưới.

2. Cường bức kích thích để giữ đồng bộ máy phát với lưới khi điện áp lưới hạ thấp do xảy ra ngắn mạch ở xa. Muốn vậy hệ kích thích từ phải có khả năng tăng nhanh gấp đôi dòng kích từ trong khoảng 0,5 giây

hay là $\frac{U_{tm(0,5)} - U_{tdm}}{U_{tdm}} \approx 2$ như ở hình 22-9.

3. Triệt từ trường kích thích, nghĩa là giảm nhanh dòng I_f đến