



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ (11)



1-0053656

(51)^{2022.01} H02K 1/27; H02K 21/00; H02K 15/03 (13) B

(21) 1-2022-08660

(22) 30/12/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2023 421A

(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

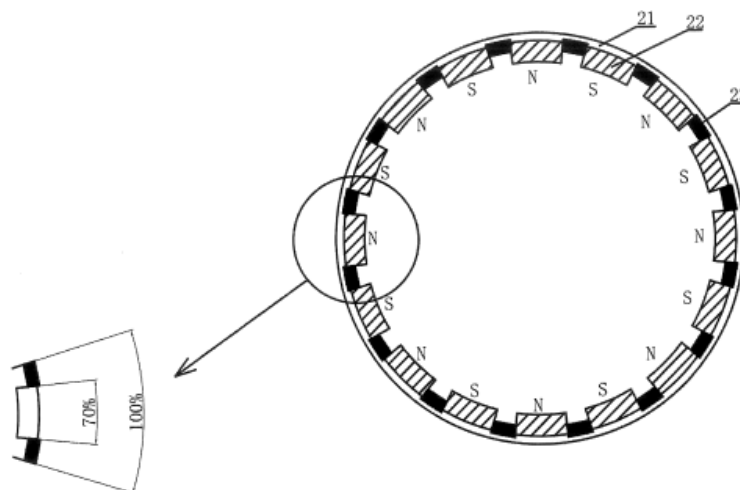
Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Nguyễn Vũ Thanh (VN); Phùng Anh Tuấn (VN); Hoàng Anh (VN); Phạm Minh Tú (VN).

(54) ĐỘNG CƠ KHÔNG CHỖI THAN XOAY CHIỀU DÙNG RÔTO NGOÀI

(21) 1-2022-08660

(57) Sáng chế đề cập tới động cơ không chổi than xoay chiều dùng rôto ngoài (ExROT-BLAC). Động cơ này thuộc nhóm động cơ đồng bộ với kích từ bằng nam châm vĩnh cửu Ferrit (nam châm đen), dùng cho các ứng dụng cần rôto chuyển động bên ngoài, còn stato phần tĩnh nằm bên trong. Do có những khác biệt nhất định với động cơ không chổi than một chiều BLDC, nên về cấu tạo có một số khác biệt chính liên quan đến phần rôto, stato, nam châm và dây quấn. Động cơ ExROT-BLAC theo sáng chế bao gồm các bộ phận chính là khung xương đỡ và bảo vệ các bộ phận bên trong. Gông rôto khác biệt ở các khoảng lồi lõm để gắn (dán) nam châm vĩnh cửu và nệm chèn phi từ tính bakelite sao cho phù hợp. Cấu trúc nam châm được làm với độ phủ ở mức 70%. Khối thép stato có biên dạng bề mặt răng hình tròn sao cho khe hở không khí trở nên không đồng đều. Bối dây stato được thiết kế theo kiểu tập trung hai lớp, trong cùng một rãnh chứa hai cạnh tác dụng của hai bối dây của hai pha khác nhau. Tất cả các bối dây của tất cả các pha phải được quấn cùng chiều cuộn dây và được lồng tập trung quanh các răng stato, số vòng dây của tất cả các bối đều bằng nhau.



Hình 2.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới một cấu trúc sửa đổi mới của động cơ không chổi than xoay chiều dùng rôto ngoài (ExROT-BLAC). Cấu trúc này đề cập cả ở phía stato và cả ở phía rôto. Với cấu trúc sửa đổi này khe hở không khí giữa stato và rôto sẽ không đồng đều, làm cho từ trường trong khe hở không khí của động cơ ExROT-BLAC sẽ trở nên gần hình sin hơn dưới một mặt cực của nam châm vĩnh cửu. Kết cấu rôto ngoài sử dụng vật liệu là thép khối các-bon C45 làm gông rôto, trên bề mặt gông gắn nam châm vĩnh cửu ferrit. Vị trí gắn nam châm được làm lồi để định vị nam châm chính xác khi gắn trên bề mặt trong gông rôto, giữa 2 vị trí gắn nam châm được làm lõm và gắn nêm chèn bằng phíp tăng độ cứng vững về mặt cơ học cho các miếng nam châm vĩnh cửu. Kết cấu stato sử dụng bề mặt của răng có biên dạng theo hình tròn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Động cơ không chổi than xoay chiều (BLAC) thuộc nhóm động cơ có sử dụng nam châm vĩnh cửu, có kết cấu tổng thể khá giống với động cơ không chổi than một chiều (BLDC). Tuy nhiên về bản chất 2 động cơ loại này có một số điểm khác biệt về hình thức cấp điện vào dây quấn stato, sơ đồ trải dây quấn và về kết cấu của khối thép stato.

Công bố đơn sáng chế JP5908200B2 đề cập đến động cơ BLAC như một trường hợp đặc biệt của động cơ BLDC, với nguồn cấp vào là dạng hình sin, với các cấu trúc hình ảnh công bố là các động cơ có rôto lắp trong kết hợp các hình dạng khác nhau của stato. Cấu trúc rôto thuộc loại nam châm vĩnh cửu gắn bề mặt, với độ phủ nam châm khác nhau ứng với 4 cực nam châm. Công bố đơn sáng chế CN2854915Y đề cập đến động cơ BLAC dùng cho quạt loại nhỏ, theo cấu trúc rôto trong có gắn cánh quạt làm mát. Công bố đơn sáng chế EP3731376A1 đề cập đến động cơ không chổi than rôto ngoài theo kiểu động cơ BLDC. Công bố sử dụng rôto ngoài gắn nam châm vĩnh cửu bên trong. Trên vành gông rôto sử dụng vật liệu là thép lá kỹ thuật điện ép vào với nhau. Để giữ nam châm cố định sáng chế sử dụng cách cắt lõm vành gông để gắn nam châm. Đối với stato, công bố cho thấy bề mặt răng stato được cắt theo biên dạng đường tròn như vậy khe hở không khí giữa bề mặt rôto và stato sẽ đồng đều, chỉ phù hợp với động cơ BLDC. Công bố đơn sáng chế CN202696437U đề cập đến động cơ BLDC rôto ngoài, tuy nhiên cấu trúc bề mặt stato được tác giả làm theo biên dạng parabol với biên dạng này tạo nên khe hở không khí không đồng đều giữa stato và rôto, khi động cơ làm việc, từ thông giữa rãnh quấn dây giảm, có thể tránh động cơ khi chuyển mạch, do sức điện từ không đồng nhất gây ra từ thông không mịn sinh ra ở vị trí đầu răng lân cận của rãnh dây quấn, có thể giảm tiếng ồn điện từ hiệu quả mà máy điện một chiều tạo ra khi làm việc. Công bố đơn sáng chế CA2828314C về động cơ không chổi than một chiều rôto ngoài (ExROT-BLDC) mô tả cấu trúc của một động cơ BLDC với các phần liên quan đến stato

và rôto, vị trí tương đối của chúng với nhau. Công bố đơn sáng chế CN102948048B, CN103346655B đề cập đến bộ chuyển đổi Bimorph / động cơ loại rôto kép và sử dụng bộ truyền động trực tiếp dùng trong máy giặt. Về công nghệ động cơ sử dụng trong công bố là loại BLDC, với cấu trúc gồm 2 rôto trong và ngoài, nằm giữa là cấu trúc stato, với 2 mạch từ độc lập. Công bố đơn sáng chế CN205283354U đề cập đến máy điện rôto ngoài một pha theo công nghệ ExROT-BLDC, với các cấu trúc rôto và stato khác nhau. Công bố đơn sáng chế CN1756051B đề cập đến máy phát điện theo công nghệ BLDC, với cấu trúc rôto kép mạch từ độc lập, sáng chế nói chung liên quan đến máy phát tuabin gió và động cơ đẩy tàu. Công bố đơn sáng chế CN1326308C đề cập đến động cơ kiểu rôto ngoài cho máy giặt kiểu lồng ngang và phương pháp chế tạo giống nhau. Công nghệ áp dụng là động cơ ExROT-BLDC truyền động trực tiếp cho lồng giặt, các lá thép stato được phép từ các séc-măng, rôto gắn nam châm với độ phủ bề mặt 100%. Công bố đơn sáng chế CN101051783B đề cập đến phương pháp chế tạo tích hợp stato, động cơ và phương pháp chế tạo giống nhau. Công nghệ động cơ theo công nghệ tích hợp stato nằm giữa, với cấu trúc 2 rôto, một lắp trong, một lắp ngoài, tuy nhiên 2 rôto trong và ngoài có mối liên hệ với nhau về từ trường. Công bố đơn sáng chế USRE36168E đề cập đến động cơ truyền động DC không chổi than với rôto bên ngoài để sử dụng trong ổ đĩa và các thiết bị tương tự. Công nghệ áp dụng là động cơ ExROT-BLDC, với cấu trúc nam châm gắn rôto lắp ngoài độ phủ nam châm chiếm 100%. Khoảng cách khe hở không khí đồng đều, dạng sóng điện áp cấp vào hình thang. Công bố đơn sáng chế ES2301228T3 đề cập đến động cơ cấu trúc rôto của động cơ không chổi than có rôto ngoài. Với các cách gá nam châm khác nhau trên rôto ngoài, sáng chế đề cập nhiều đến phần cơ khí lắp ráp.

Thông qua những công bố đơn sáng chế cho thấy đa phần các động cơ nam châm vĩnh cửu gắn rôto ngoài, hoặc loại rôto kép (lắp trong và lắp ngoài) đều theo công nghệ BLDC. Đặc trưng của công nghệ BLDC là nguồn điện cấp vào một pha hoặc ba pha đều có dạng sóng hình thang, tại một thời điểm chỉ có hai pha điện áp dẫn điện, một pha không làm việc. Bề mặt răng của stato đều có biên dạng hình tròn sao cho khe hở không khí là đồng đều. Độ phủ nam châm thông thường đều ở mức 100% (gần như nam châm phủ kín bề mặt rôto).

Tóm lại, công bố đơn sáng chế liên quan đến công nghệ động cơ ExROT-BLAC rôto ngoài còn đang rất hạn chế. Chưa đề cập đến những chi tiết liên quan đến đặc trưng của loại động cơ này, như: dạng sóng từ trường khe hở không khí có dạng hình sin thông qua việc làm khe hở không khí giữa stato và rôto không đồng đều. Dây quấn stato cần thay đổi cho phù hợp với nguồn điện cấp vào dạng hình sin. Kết cấu vành gông rôto thường là bề mặt trơn, hạn chế độ cứng vững và chắc chắn khi gắn nam châm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất động cơ không chổi than xoay chiều rôto ngoài (ExROT-BLAC) dùng cho các đối tượng có công suất nhỏ. Về cấu tạo động cơ ExROT-BLAC được chia thành các bộ phận chính bao gồm stato quấn dây điện từ lắp

trong, rôto gắn nam châm lắp ngoài.

Do bản chất hoạt động của động cơ BLAC cần từ trường biến thiên trong vùng khe hở không khí giữa stato và rôto có dạng hình sin, nên đặt ra yêu cầu về cấu trúc stato cần có thiết kế phù hợp. Để giải quyết vấn đề này cấu trúc bề mặt của răng stato cần được làm cong theo biên dạng phù hợp (có thể có biên dạng hình tròn, biên dạng hình ellip, biên dạng theo hàm hình sin). Biên dạng này cần thực hiện sao cho từ trường tại vùng khe hở không khí phía trước bề mặt răng không đồng đều, có hình dáng càng gần hình sin càng tốt. Việc đảm bảo biên dạng gần hình sin được thực hiện sao cho khe hở không khí phần đỉnh răng là hẹp nhất và tăng dần độ rộng về hai phía cạnh răng stato. Ngoài ra khối thép stato cần được ghép từ các lá thép kỹ thuật điện nhằm giảm tổn hao thép do ảnh hưởng của dòng điện xoáy xuất hiện trong khối thép khi động cơ hoạt động với nguồn điện cấp vào các pha dây quấn theo dạng hình sin.

Đối với cấu trúc phân rôto, đây là phần thực hiện chuyển động quay của động cơ ExROT-BLAC nên cần có kết cấu vững chắc, ổn định trong quá trình động cơ làm việc. Ngoài ra đây cũng là phần khép kín của đường đi từ thông chính do nam châm vĩnh cửu tạo ra. Để giải quyết được các vấn đề nêu trên, các tác giả đề xuất giải pháp sử dụng khối thép các-bon thông thường phổ biến (ví dụ C45) để vừa tăng độ bền, vừa tạo đường dẫn từ thông từ nam châm vĩnh cửu sinh ra, phần này chính là gông từ của rôto. Lí do sử dụng thép khối các-bon là do từ trường nam châm vĩnh cửu là từ trường một chiều, nên không xuất hiện dòng xoáy trong thép, điều này khác biệt với công bố đơn sáng chế EP3731376A1. Từ đó giảm được giá thành sản phẩm do không cần thiết sử dụng thép kỹ thuật điện. Động cơ sử dụng cho các đối tượng công suất nhỏ nên không cần nam châm có độ từ dư lớn, chính vì thế nhóm tác giả sử dụng nam châm vĩnh cửu Ferrit (nam châm đen) thay cho nam châm vĩnh cửu đất hiếm (nam châm trắng) có giá thành cao hơn nhiều so với nam châm Ferrit. Nam châm vĩnh cửu được gắn vào lòng trong của gông rôto bằng phương pháp dán (sử dụng keo hai thành phần không sinh nhiệt). Để giảm tối đa ảnh hưởng của khe hở không khí giữa bề mặt nam châm với lòng trong của gông rôto, tại khu vực bề mặt gông rôto dán nam châm được mài nhẵn (càng nhẵn càng tốt) tạo điều kiện để bề mặt nam châm được tiếp xúc tốt nhất với lòng trong của gông. Để tạo độ cứng vững và chắc chắn cho nam châm, có hai giải pháp được đề cập đến đó là làm lõm gông rôto phần lõm được dùng để gắn nam châm vĩnh cửu như công bố đơn sáng chế EP3731376A1. Với nhóm tác giả đề xuất phần lõm không dán nam châm mà dán vật liệu phi kim loại như phíp, bakelit đóng vai trò như một dạng nêm chèn giữa hai nam châm vĩnh cửu khác cực tính. Nêm này sẽ tăng độ cứng vững của rôto lên rất nhiều, giúp cho nam châm được cố định một cách chắc chắn. Trong khi đó nam châm vĩnh cửu lại được gắn vào phần lõi của gông rôto, với cách làm này sẽ giúp hạn chế được từ trường tản không cần thiết của nam châm vĩnh cửu. Một đặc trưng nữa của động cơ BLAC khác biệt so với động cơ BLDC mà sáng chế đưa ra đó là độ phủ của nam châm chiếm 70%, với độ phủ này hiệu năng của động cơ BLAC cho hiệu năng tốt nhất có thể.

Đối với dây quấn sử dụng cho động cơ BLAC, sáng chế sử dụng sơ đồ dây quấn xoay chiều ba pha kiểu tập trung hai lớp, trong cùng một rãnh chứa hai cạnh tác dụng của hai bội dây của hai pha khác nhau. Tất cả các bội dây của các pha dây quấn phải được quấn cùng chiều như nhau và được lồng tập trung quanh các răng stato, số vòng dây của tất cả các bội đều bằng nhau. Trong cùng một pha dây quấn, tất cả các bội dây được nối nối tiếp với nhau thành vòng khép kín. Về tổ đấu dây tùy theo thiết kế động cơ cụ thể sơ đồ đấu dây có thể là hình sao (Y) hoặc hình tam giác (D).

Về cơ bản, giải pháp theo sáng chế có các điểm khác biệt mà đặc biệt phù hợp để động cơ theo sáng chế hoạt động ở chế độ BLAC đó là: (i) bề mặt răng stato có cấu trúc uốn cong để khe hở không khí không đồng đều dẫn đến mật độ từ thông biến thiên ở khe hở không khí gần hình sin hơn; (ii) giải pháp sử dụng sơ đồ dây quấn xoay chiều ba pha tập trung.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, ưu điểm và khía cạnh khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ thiết kế kết cấu khung xương để đỡ toàn bộ phần ruột động cơ bao gồm tất cả các bộ phận như: stato, rôto, nam châm vĩnh cửu;

Hình 2.1 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu rôto với các vị trí cụ thể để gắn nam châm vĩnh cửu, vị trí cụ thể của các nêm chèn;

Hình 2.2 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu gông rôto theo cấu trúc gắn lõi nam châm;

Hình 2.3 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu gông rôto theo cấu trúc gắn lõi nam châm;

Hình 3.1 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu stato với các cấu trúc rãnh khác nhau;

Hình 3.2 là hình vẽ bố trí rãnh stato hình quả lê;

Hình 3.3 là hình vẽ bố trí rãnh stato hình rãnh hình hỗn hợp (kết hợp giữa hình thang và quả lê);

Hình 3.4 là hình vẽ thể hiện hình ảnh thiết kế chi tiết bề mặt răng stato;

Hình 4 là hình vẽ thiết kế chi tiết nam châm ferrit;

Các hình 5.1, 5.2, 5.3 là các hình vẽ tổng thể 3D của động cơ ExROT-BLAC dùng cho quạt trần;

Hình 5.4 là hình vẽ tổng thể 3D của động cơ ExROT-BLAC thể hiện vị trí tương đối của các bộ phận của động cơ ExROT-BLAC dùng cho quạt trần;

Các hình 6.1a, 6.1b là các hình vẽ sơ đồ trải dây quấn dùng cho động cơ BLAC ba pha khi đấu hình sao (Y). Trong đó, hình 6.1a là hình vẽ thì dây quấn pha B, đầu vào ở rãnh 2 và đầu ra ở rãnh 12, dây quấn pha C đầu vào ở rãnh 3 và đầu ra ở rãnh 1. Hình 6.1b thì dây quấn pha B đầu vào ở rãnh 5 và đầu ra ở rãnh 3, dây quấn pha C đầu vào ở

rãnh 3 và đầu ra ở rãnh 11;

Hình 6.2 là hình vẽ sơ đồ trái dây quấn dùng cho động cơ BLAC ba pha khi đầu tam giác (D). Trong đó, hình 6.2a và Hình 6.2b có sự khác nhau tương tự như hình 6.1a và 6.1b. Còn Hình 6.1 (a và b) dây quấn được đấu hình Y (sao);

Hình 7.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ dây quấn của pha A;

Hình 7.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ dây quấn của pha B;

Hình 7.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ dây quấn của pha C;

Hình 7.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ trái dây tổng thể của cả ba pha;

Hình 8.1 là hình vẽ thể hiện dây quấn tập trung;

Hình 8.2 là hình vẽ thể hiện dây quấn phân tán;

Hình 8.3 là hình vẽ minh hoạ dây quấn tập trung 2 lớp liền kề;

Hình 9 là hình vẽ thể hiện đặc tính mô-men đập mạch theo độ phủ nam châm;

Hình 10 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích Fourier cuối cùng của từ trường khe hở không khí với độ phủ nam châm $\alpha=0,5$;

Hình 11 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích Fourier cuối cùng của từ trường khe hở không khí với độ phủ nam châm $\alpha=0,75$;

Hình 12 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích Fourier cuối cùng của từ trường khe hở không khí với độ phủ nam châm $\alpha=1$;

Hình 13 là hình vẽ thể hiện biểu đồ so sánh đặc tính mômen khi làm cong mặt răng stato.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thiết kế chi tiết của động cơ ExROT-BLAC cần giải quyết được các vấn đề đã trình bày ở mục tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Hình 1 thể hiện thiết kế kết cấu của khung xương. Toàn bộ khung xương được làm từ hợp kim nhôm, nhiệm vụ của khung xương là đỡ và bảo vệ tất cả các chi tiết bộ phận bên trong của quạt như: stato, rôto, nam châm, dây quấn và các phụ kiện khác. Toàn bộ khung xương được đúc liền một khối. Khung xương có 5 tai bắt cánh 11, nhiệm vụ dùng để đỡ cách quạt và là vị trí để gá lắp cánh. Mỗi tai bắt cánh có hai lỗ ren 14, làm nhiệm vụ liên kết bộ phận cánh với khung xương. Số lượng tai có thể thay đổi tùy thuộc vào số lượng cánh và tốc độ quạt được thiết kế. Thông thường trong thiết kế số lượng cánh càng nhiều thì tốc độ quạt yêu cầu càng thấp. Lòng trong 17 của khung xương, bề mặt của nó được làm nhám để ép bộ phận gông của rôto vào đó. Quạt thiết kế dạng ổ bi treo kép 18, vừa có tác dụng đỡ vừa có tác dụng giữ cân bằng rôto khi quay, ngoài ra với thiết kế này toàn bộ mặt dưới của stato không bị cản trở nên điều kiện làm mát sẽ tốt hơn. Các ổ bi 18 này tiếp xúc với trục treo quạt số 16. Trục treo 16 này được gia công rỗng để luồn dây điện từ stato đi bên trong trục treo ra hệ thống nối điện bên ngoài. Liên kết bộ phận gá lắp cánh, vành xương 13 và gông rôto với bộ phận ổ bi được thực hiện

thông qua các tay treo chịu lực 12. Để tăng độ cứng vững và chắc chắn cho các tay treo thiết kế khung xương sử dụng thêm các gân chịu lực 15. Số lượng các tay treo chịu lực 12 và các gân chịu lực 15 phụ thuộc vào số cánh quạt được thiết kế. Theo hình 1 số lượng cánh thiết kế là 5 nên, số lượng tay treo 12 và gân chịu lực 15 cũng có số lượng là 5. Vị trí trục dọc của tay treo nằm trùng với trục giữa của tai bắt cánh 11.

Hình 2.1 thể hiện thiết kế chi tiết kết cấu rôto của động cơ ExROT-BLAC. Các miếng nam châm vĩnh cửu Ferrit 22 được gắn lên gông rôto 21 bằng keo dán nguội hai thành phần chuyên dụng cho dán nam châm. Các nam châm được dán theo một quy luật cố định xen kẽ nhau, cực N rồi kế tiếp đến cực S, cứ như vậy cho đến khi dán hết chu vi vòng trong của gông rôto. Các miếng nệm 23 bằng phíp hoặc bakelite được cắt sao cho biên dạng bằng đúng phần khoảng trống giữa hai miếng nam châm. Chúng cũng được dán lên gông rôto bằng keo dán hai thành phần này. Việc chèn các miếng nệm này giúp tăng độ cứng vững và chắc chắn của nam châm khi rôto quay. Ngoài ra các miếng nệm được làm bằng các vật liệu phi từ tính giúp cho từ thông chỉ đi tập trung trong gông và nam châm, chứ không chạy ra phần không khí bên cạnh nam châm. Độ rộng của miếng nam châm chiếm 70% so với độ phủ dưới một bề mặt cực của gông rôto, việc này vừa giúp tiết kiệm vật liệu làm nam châm vừa tăng được hiệu năng hoạt động của động cơ ExROT-BLAC. Đây cũng là yếu tố kỹ thuật quan trọng cần tính đến trong chế tạo.

Hình 2.2 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu gông rôto theo cấu trúc gắn lõi nam châm. Với kiểu gông rôto này nam châm vĩnh cửu ferrit được dán ở vị trí bề mặt lõi 25. Về vị trí hình học, các bề mặt 25 này được thiết kế cách đều trên toàn bộ chu vi mặt trong gông rôto. Bề mặt này về yêu cầu kỹ thuật cần được mài nhẵn nhất có thể sao cho có thể ôm khít phần lưng của nam châm. Xen kẽ với các bề mặt lõi là các bề mặt lõm 24, dùng để chèn dán các miếng nệm phi từ tính. Trong quá trình dán, các miếng nam châm được dán trước, sau đó đến các miếng chèn phi từ tính.

Hình 2.3 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu gông rôto theo cấu trúc gắn lõi nam châm. Với kiểu gông rôto này nam châm vĩnh cửu ferrit được dán ở vị trí bề mặt lõi 27. Về vị trí hình học, các bề mặt 27 này được thiết kế cách đều trên toàn bộ chu vi mặt trong gông rôto. Bề mặt này về yêu cầu kỹ thuật cần được mài nhẵn nhất có thể sao cho có thể ôm khít phần lưng của nam châm. Xen kẽ với các bề mặt lõi là các bề mặt lõm 26, dùng để chèn dán các miếng nệm phi từ tính. Trong quá trình dán, các miếng nam châm được dán trước, sau đó đến các miếng chèn phi từ tính.

Hình 3.1 là hình vẽ thiết kế chi tiết kết cấu stato, được ép từ các lá thép kỹ thuật điện có độ dày 0,35mm hoặc 0,5mm, số lượng lá thép được ép tùy thuộc vào công suất của động cơ, động cơ càng lớn thì số lượng lá thép càng nhiều. Cấu trúc stato gồm có răng 32 và rãnh 33. Răng có nhiệm vụ tạo đường đi cho từ thông sinh ra trong động cơ. Các răng được bố trí cách đều trên toàn chu vi của stato, với số lượng thiết kế là 12 răng. Số lượng này sẽ thay đổi theo công suất động cơ, động cơ càng lớn thì số lượng răng càng nhiều, tốt hơn là, với động cơ ExROT-BLAC số lượng răng stato được chế tạo với

số lượng răng là 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30. Bề mặt răng 31 được thiết kế với biên dạng tròn sao cho khe hở không khí giữa mặt trong rôto với mặt ngoài stato không đồng đều, từ thông khe hở không khí gần hình sin nhất có thể. Các lỗ rỗng 35 có hai tác dụng, trong đó chủ yếu là để tạo sự lưu thông không khí trong lòng stato và cũng là trong lòng của động cơ ExROT-BLAC, tăng cường khả năng tỏa nhiệt và làm mát cho động cơ, tác dụng thứ hai là tạo ra lượng thép phế liệu trong quá trình gia công chế tạo stato mà không làm ảnh hưởng đến đường đi của từ thông trong stato. Về dạng rãnh thì tốt hơn là động cơ ExROT-BLAC được chế tạo với các dạng rãnh như rãnh hình thang 33, rãnh hình quả lê 38 xem hình 3.2, rãnh hình hỗn hợp 39 (kết hợp giữa hình thang và quả lê) xem hình 3.3.

Ở hình 3.4 thể hiện hình ảnh thiết kế chi tiết bề mặt răng stato, 36 là đường tròn ngoại tiếp tất cả các đỉnh răng stato, 37 là biên dạng của bề mặt răng, biên dạng này có dạng hình tròn đi qua 3 điểm A, B, C. Trong đó điểm B là đỉnh và A, C là các điểm cạnh đỉnh răng. Các điểm A và C thay đổi trong khoảng cách h (chiều cao phần miệng rãnh). Khi công suất động cơ càng lớn thì điểm A càng có xu hướng mở rộng khoảng cách giữa đường cong 37 và đường cong 36. Hiện tại với động cơ ExROT-BLAC các tác giả đang để ở khoảng cách $h/2$.

Hình 4 là hình vẽ thiết kế chi tiết nam châm vĩnh cửu ferrit. Nam châm được làm cong theo kiểu hình trụ với các bán kính cong R1 và R2, độ lớn của các bán kính cong này phụ thuộc vào bán kính cong của bề mặt gông rôto. Nam châm có các kích thước chính là độ dày T, chiều cao H và độ phủ theo thiết kế là 70%. Về đặc điểm kỹ thuật của nam châm dùng cho động cơ ExROT-BLAC liên quan đến độ mịn bề mặt 42 của nam châm càng cao càng tốt, do bề mặt này chính là bề mặt dùng để dán nam châm vào gông rôto. Yếu tố thứ hai đó là hướng từ hóa 41 bên trong nam châm là hướng từ hóa song song.

Các hình vẽ Hình 5.1, 5.2, 5.3 là các hình vẽ tổng thể 3D của động cơ ExROT-BLAC dùng cho quạt trần, khi các bộ phận được lắp ráp vào với nhau. Trong đó 51 là tai gắn cánh quạt, 52 là nam châm vĩnh cửu ferrit, 53 là nệm chèn bakelite hoặc píp, 54 bối dây quấn, 55 là gông rôto, 56 bề mặt răng stato, 57 là trục quay.

Hình 5.4 là hình vẽ tổng thể 3D của động cơ ExROT-BLAC thể hiện vị trí tương đối của các bộ phận của động cơ ExROT-BLAC dùng cho quạt trần. Trong đó 58 là hai vòng bi, 57 là trục rỗng, 59 khung xương đỡ và bảo vệ các bộ phận bên trong, 55 là gông rôto, 510 là sắp xếp nam châm và nệm, 511 là khối thép stato, 54 là bối dây stato, 512 là hai tấm ốp nhựa.

Hình 6.1a là hình vẽ sơ đồ trải dây quấn dùng cho động cơ BLAC ba pha khi đấu hình sao (Y). Động cơ có 3 dây quấn pha AX, BY, và CZ. Dây quấn pha AX được mắc nối tiếp từ các bối dây a, d, g, j, trong đó dây vào (A) từ bối a ở rãnh 1, và dây ra (X) từ bối j ở rãnh 11. Dây quấn pha BY được mắc nối tiếp từ các bối dây b, e, h, k, trong đó dây vào (B) từ bối b ở rãnh 2, và dây ra (Y) từ bối k ở rãnh 12. Dây quấn pha CZ được

mắc nối tiếp từ các bối dây c, f, i, m, trong đó dây vào (C) từ bối c ở rãnh 3, và dây ra (Z) từ bối m ở rãnh 1. Các bối dây được quấn và lồng theo cùng một chiều, ví dụ thuận kim đồng hồ thì các bối đều thuận kim đồng hồ, nếu ngược kim đồng hồ thì các bối đều ngược kim đồng hồ. Để đấu hình Y thì ba đầu đưa điện ba pha vào là A, B, C và ba đầu được đấu chập với nhau là X, Y, Z. Ngoài ra có thể đưa điện vào ba đầu X, Y, Z và ba đầu A, B, C được đấu chập với nhau.

Hình 6.1b dây quấn ba pha đấu hình sao làm tương tự như hình 6.1a, điểm khác biệt ở đây là dây quấn pha BY được mắc nối tiếp từ các bối dây b, e, h, k, trong đó dây vào (B) từ bối e ở rãnh 5, và dây ra (Y) từ bối b ở rãnh 3.

Hình 6.2a là hình vẽ sơ đồ trái dây quấn dùng cho động cơ BLAC ba pha khi đấu tam giác (D). Cách bố trí dây quấn, lồng dây quấn tương tự như sơ đồ hình 6.1a. Điểm khác biệt ở đây là để đấu hình tam giác thì đầu đầu của dây quấn pha này đấu với đầu cuối của dây quấn pha kia. Ví dụ, đầu đầu (A) của bối a vào từ rãnh 1 của pha A được đấu với đầu cuối (Y) của bối k ra từ rãnh 12 của pha B, đầu đầu (B) của bối b vào từ rãnh 2 của pha B được đấu với đầu cuối (Z) của bối m ra từ rãnh 1 của pha C, đầu đầu (C) của bối c vào từ rãnh 3 của pha C được đấu với đầu cuối (X) của bối j ra từ rãnh 11 của pha A.

Hình 6.2b là hình vẽ sơ đồ trái dây quấn dùng cho động cơ BLAC ba pha khi đấu tam giác (D). Cách làm tương tự như sơ đồ hình 6.2a. Điểm khác biệt ở đây là điểm khác biệt ở đây là dây quấn pha BY được mắc nối tiếp từ các bối dây b, e, h, k, trong đó dây vào (B) từ bối e ở rãnh 5, và dây ra (Y) từ bối b ở rãnh 3.

Sau đây là nội dung giải thích về thêm về cách bố trí các bối dây trong stato của động cơ theo sáng chế.

Về dây quấn tập trung và dây quấn phân tán:

Fig.8.1 thể hiện dây quấn tập trung, trong đó máy điện xoay chiều 2 cực, với dây quấn pha A được cuốn tập trung thành 1 bối dây và được lồng vào 2 rãnh a và a'. Cách quấn dây như vậy gọi là dây quấn tập trung. Ngoài ra trong rãnh chỉ có một cạnh tác dụng nên hình thành dây quấn 1 lớp.

Fig.8.2 thể hiện dây quấn phân tán máy điện xoay chiều 2 cực, với dây quấn pha A được chia thành 10 bối dây, các bối dây này được nối nối tiếp với nhau để trở thành dây quấn pha A. 10 bối dây này được lồng vào 10 rãnh, 5 rãnh trên và 5 rãnh dưới, từng bộ 5 rãnh này liên kề nhau. Cách bố trí này khiến cho dây quấn pha A giờ không còn được tập trung thành 1 bối dây (như kiểu dây quấn tập trung) mà giờ chúng được tách ra và quấn phân tán trên bề mặt chu vi của stator. Cách quấn dây như vậy gọi là dây quấn phân tán. Ngoài ra trong mỗi rãnh có 2 cạnh tác dụng nên gọi là dây quấn 2 lớp (phân tán 2 lớp trên dưới).

Hình 8.3 là hình vẽ minh họa dây quấn tập trung 2 lớp liên kề, đối với động cơ BLAC thì dây quấn được thực hiện theo kiểu tập trung 2 lớp liên kề, nghĩa là 2 cạnh tác dụng của bối dây được đặt cạnh nhau, và không theo kiểu trên dưới.

Với máy điện BLAC này trong cùng một rãnh luôn có 2 cạnh tác dụng của cả 2 pha khác nhau được đặt cạnh nhau tạo thành dây quấn 2 lớp liền kề. Ví dụ ở rãnh 9 có cạnh tác dụng của dây quấn pha B và cạnh tác dụng của dây quấn pha C đặt cạnh nhau. Ngoài ra các bối dây luôn được cuốn tập trung quanh các răng stator.

Hình 7.1 thể hiện sơ đồ dây quấn của pha A (còn được gọi là một pha dây quấn) và chiều quấn dây của các bối dây được cuốn theo chiều thuận kim đồng hồ. Pha dây quấn này bao gồm tổng 4 bối dây, bối 1 quấn tập trung quanh các rãnh 1-2, bối 2 quấn tập trung quanh các rãnh 4-5, bối 3 quấn tập trung quanh các rãnh 7-8, bối 4 quấn tập trung quanh các rãnh 10-11. Các bối này được mắc nối tiếp với nhau thành một mạch vòng kín, tạo thành 2 đầu pha dây quấn, đầu vào ở rãnh 1 và đầu ra ở rãnh 11.

Hình 7.2 thể hiện sơ đồ dây quấn của pha B. Hình 7.3 thể hiện sơ đồ dây quấn của pha C. Các pha dây quấn B và C thực hiện tương tự như pha dây quấn A. Hình 7.4 thể hiện sơ đồ trái dây đầy đủ của cả 3 pha A, B và C. Trên các hình vẽ này thì tất cả các bối dây của các pha dây quấn đều được thực hiện theo cùng một chiều cuốn dây.

Để thấy rõ được sự ảnh hưởng của độ phủ nam châm đến các tham số đặc trưng của động cơ BLAC, các tác giả phân tích thông qua các khảo sát bên dưới. Như được thể hiện trên Hình 9, giá trị độ phủ nam châm được khảo sát trong khoảng từ 50% đến 100% với độ chia 2,5% về mômen đập mạch. Với độ phủ nam châm α (anpha) trong khoảng 65% - 75% thì mômen đập mạch của động cơ BLAC là nhỏ nhất, tốt hơn nếu $\alpha = 70\%$, ngoài phạm vi này thì mômen đập mạch của động cơ BLAC đều lớn hơn.

Ảnh hưởng của các thành phần sóng hài ở khe hở không khí được khảo sát thông qua kết quả phân tích Fourier cuối cùng của từ trường khe hở không khí được thể hiện trên các Hình 10, 11, 12. Đối với các thành phần sóng hài ở khe hở không khí thì với độ phủ 75% các thành phần hài bậc 3, 5 và 7 gần như nhỏ nhất. Trong khi đó biên độ của thành phần cơ bản đạt ở mức khá cao 98%.

Việc làm cong mặt răng stator, để làm từ trường khe hở không khí trở nên sin hơn, qua đó cũng giúp làm giảm mômen đập mạch như Hình 13.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Động cơ không chổi than xoay chiều dùng rôto ngoài (ExROT-BLAC), trong đó, động cơ này bao gồm stato quấn dây điện từ lắp trong, rôto gắn nam châm lắp ngoài, trong đó:

động cơ này có từ trường biến thiên trong vùng khe hở không khí giữa stato và rôto có dạng hình sin;

stato là phần tĩnh đặt ở tâm, bên trong động cơ, và là khối thép được ghép từ các lá thép kĩ thuật điện nhằm giảm tổn hao do ảnh hưởng của dòng điện xoáy xuất hiện trong khối thép khi động cơ hoạt động với nguồn điện cấp vào các pha dây quấn theo dạng hình sin, khác biệt ở chỗ:

bề mặt của răng stato được làm cong theo biên dạng phù hợp mà là một trong số biên dạng hình tròn, biên dạng hình ellip, biên dạng theo hàm hình sin, khe hở không khí phần đỉnh răng là hẹp nhất và tăng dần độ rộng về hai phía cạnh răng stato, và biên dạng này cần thực hiện sao cho từ trường tại vùng khe hở không khí phía trước bề mặt răng không đồng đều, có hình dáng càng gần hình sin càng tốt; và

rôto là phần thực hiện chuyển động quay, được gắn nhiều nam châm vĩnh cửu, và được lắp ngoài động cơ, rôto gồm:

gông rôto được làm bằng khối thép các-bon thông thường phổ biến, tốt hơn là C45, để vừa tăng độ bền, vừa tạo đường dẫn từ thông từ nam châm vĩnh cửu sinh ra, việc sử dụng thép khối các-bon mà không sử dụng thép kĩ thuật điện là do từ trường nam châm vĩnh cửu là từ trường một chiều, nên không xuất hiện dòng xoáy trong thép;

nam châm vĩnh cửu tốt hơn là nam châm vĩnh cửu Ferrit (nam châm đen) để phù hợp cho động cơ có công suất nhỏ nên không cần nam châm có độ từ dư lớn, nam châm vĩnh cửu được gắn vào lòng trong của gông rôto bằng phương pháp dán (sử dụng keo hai thành phần không sinh nhiệt), để giảm tối đa ảnh hưởng của khe hở không khí giữa bề mặt nam châm với lòng trong của gông rôto, tại khu vực bề mặt gông rôto dán nam châm được mài nhẵn để tạo điều kiện cho bề mặt nam châm được tiếp xúc tốt nhất với lòng trong của gông, và

để tạo độ cứng vững và chắc chắn cho nam châm, nam châm được gắn vào gông rôto theo một trong hai cách:

- (i) phần lõm của gông rôto được gắn nam châm vĩnh cửu,
- (ii) phần lồi của gông rôto được dùng để gắn nam châm vĩnh cửu, với cách làm này sẽ giúp hạn chế được từ trường tản không cần thiết của nam châm vĩnh cửu,

và sau khi dán xong nam châm vĩnh cửu, phần còn lại của gông rôto được dán vật liệu phi kim loại là một trong số vật liệu phíp, bakelit, vật liệu này đóng vai trò là các nêm chèn giữa hai nam châm vĩnh cửu khác cực tính, nêm này sẽ tăng độ cứng vững của rôto, giúp cho nam châm được cố định một cách chắc chắn;

và độ phủ nam châm α (anpha) trong khoảng 65% - 75% thì mômen đập mạch của động cơ BLAC là nhỏ nhất, tốt hơn nếu $\alpha = 70\%$;

dây quấn sử dụng cho động cơ được quấn theo sơ đồ dây quấn xoay chiều ba pha kiểu tập trung hai lớp, trong cùng một rãnh chứa hai cạnh tác dụng của hai bội dây của hai pha khác nhau, tất cả các bội dây của tất cả các pha được quấn cùng chiều cuộn dây và được lồng tập trung quanh các răng stato, số vòng dây của tất cả các bội đều bằng nhau, trong cùng một pha dây quấn, tất cả các bội dây được nối nối tiếp với nhau thành vòng khép kín, về tổ đấu dây tùy theo thiết kế động cơ cụ thể sơ đồ đấu dây có thể là hình sao (Y) hoặc hình tam giác (D).

2. Động cơ theo điểm 1, trong đó bề mặt răng stato (31), có biên dạng của bề mặt răng (37) có dạng hình tròn đi qua 3 điểm A, B, C, trong đó điểm B là đỉnh và A, C là các điểm cạnh đỉnh răng, các điểm A và C thay đổi trong khoảng cách h (chiều cao phần miệng rãnh), khi công suất động cơ càng lớn thì điểm A càng có xu hướng mở rộng khoảng cách giữa đường cong biên dạng của bề mặt răng (37) và đường tròn ngoại tiếp tất cả các đỉnh răng stato (36), tốt hơn là khoảng cách này là $h/2$.

3. Động cơ theo điểm 1, trong đó nam châm vĩnh cửu cho động cơ là nam châm ferrit, mỗi miếng nam châm được làm cong theo kiểu hình trụ với các bán kính cong R1 và R2, độ lớn của các bán kính cong này phụ thuộc vào bán kính cong của bề mặt gông từ của rôto, bề mặt (42) của nam châm có độ mịn cao để dán nam châm vào gông rôto, ngoài ra, hướng từ hóa (41) bên trong nam châm là hướng từ hóa song song.

4. Động cơ theo điểm 1, trong đó động cơ BLAC có ba dây quấn pha AX, BY, và CZ, trong đó:

dây quấn pha AX được mắc nối tiếp từ các bội dây a, d, g, j, trong đó dây vào (A) từ bội a ở rãnh thứ nhất, và dây ra (X) từ bội j ở rãnh thứ mười một;

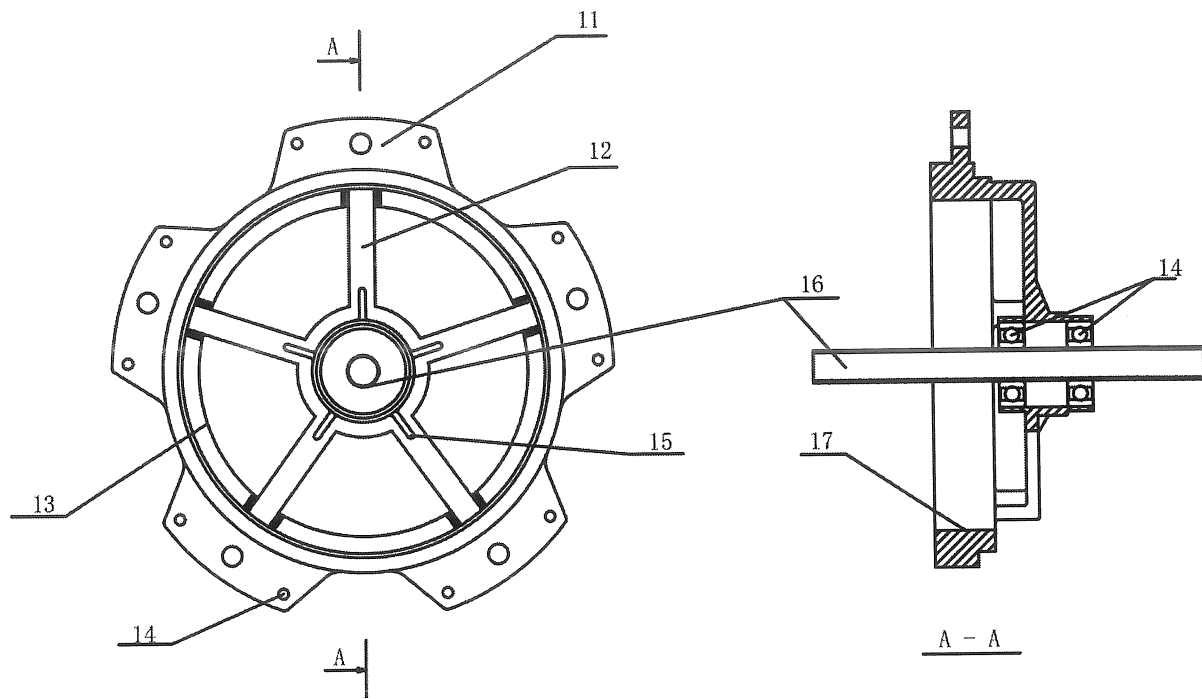
dây quấn pha BY được mắc nối tiếp từ các bội dây b, e, h, k, trong đó dây vào (B) từ bội b ở rãnh thứ hai, và dây ra (Y) từ bội k ở rãnh thứ mười hai;

dây quấn pha CZ được mắc nối tiếp từ các bội dây c, f, i, m, trong đó dây vào (C) từ bội c ở rãnh thứ ba, và dây ra (Z) từ bội m ở rãnh thứ nhất;

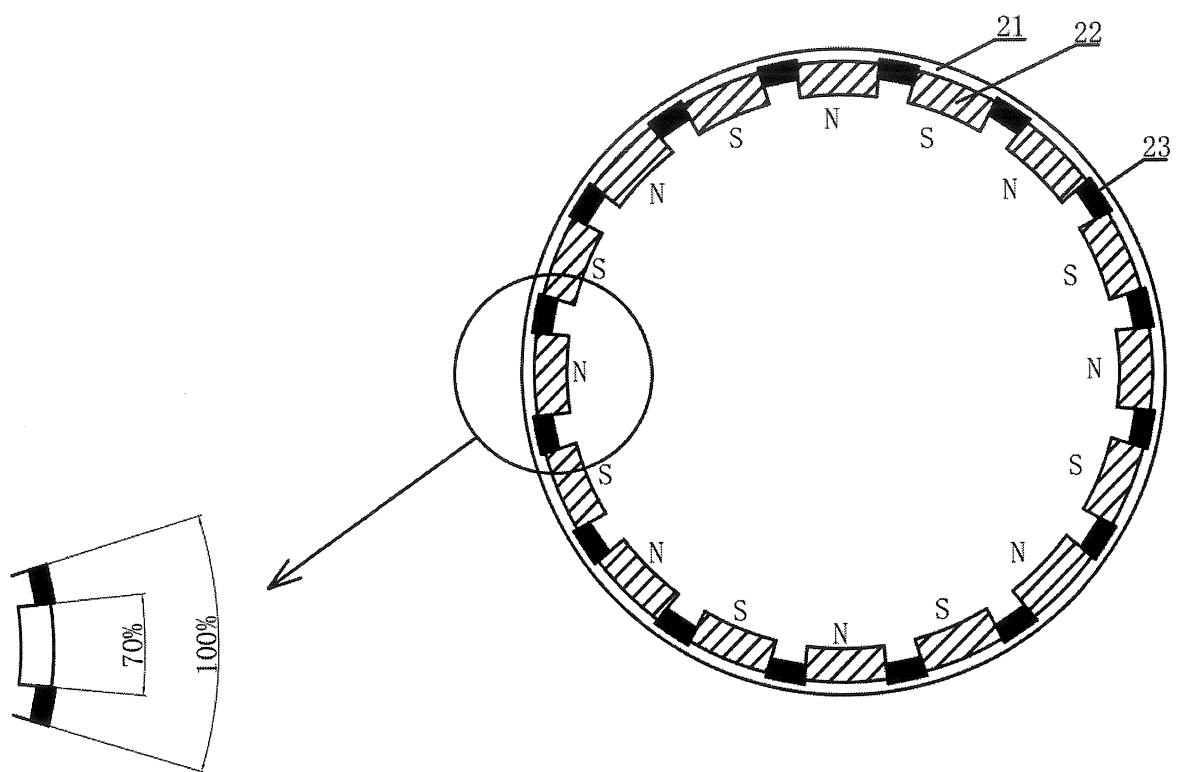
các bội dây được quấn và lồng theo cùng một chiều; và

để đấu hình (sao) Y thì ba đầu đưa điện ba pha vào là A, B, C và ba đầu được đấu chập với nhau là X, Y, Z, hoặc ngược lại có thể đưa điện vào ba đầu X, Y, Z và ba đầu A, B, C được đấu chập với nhau,

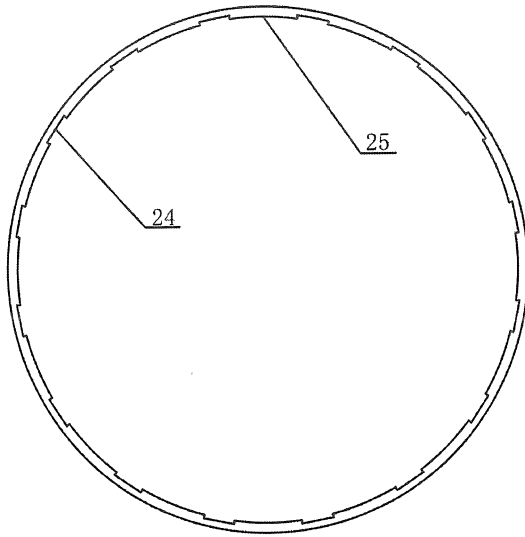
để đấu hình tam giác (D), cách bố trí dây quấn, lồng dây quấn tương tự như trên, nhưng đầu đầu của dây quấn pha này đấu với đầu cuối của dây quấn pha kia.



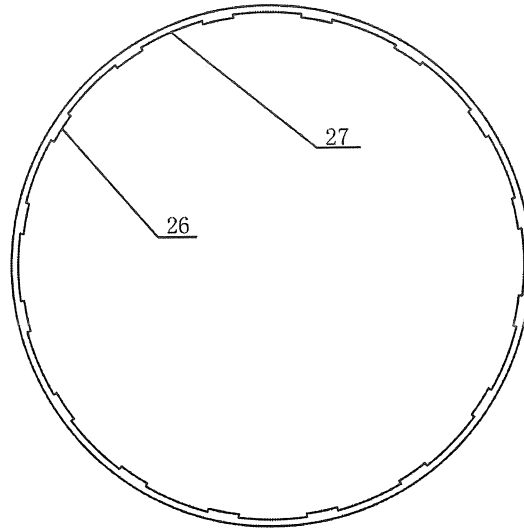
Hình 1



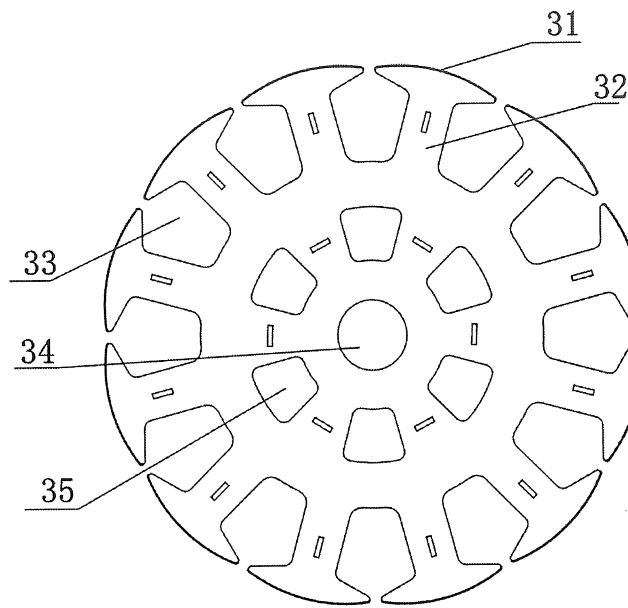
Hình 2.1



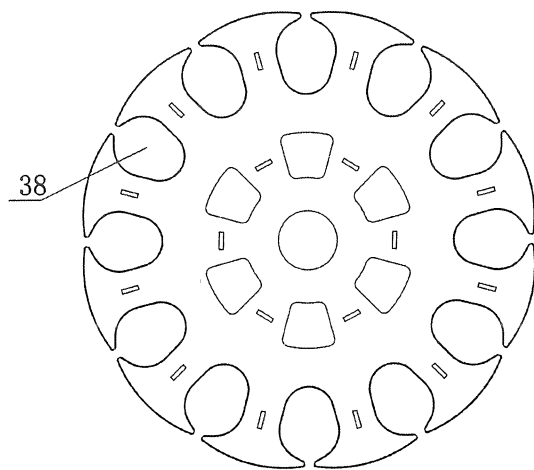
Hình 2.2



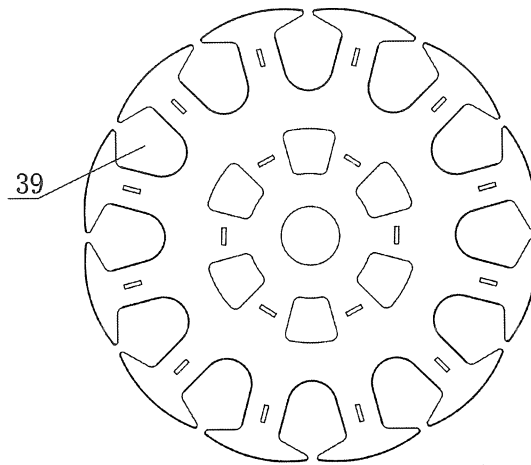
Hình 2.3



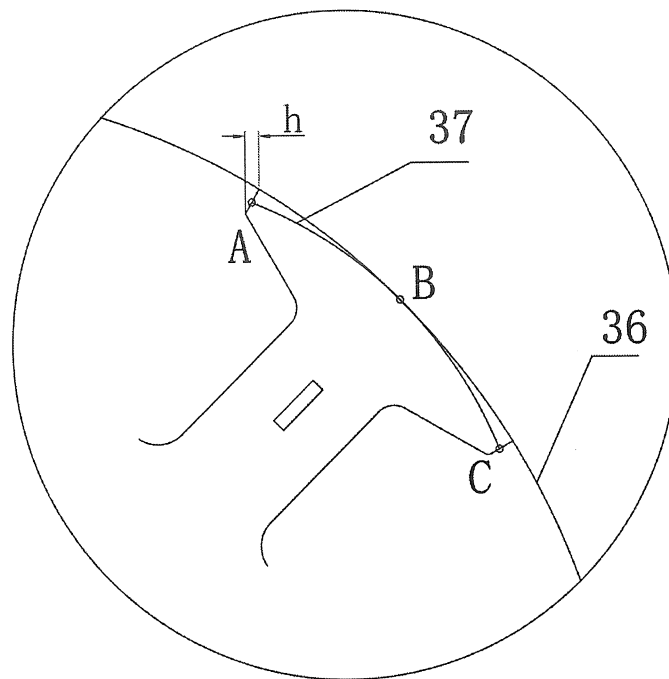
Hình 3.1



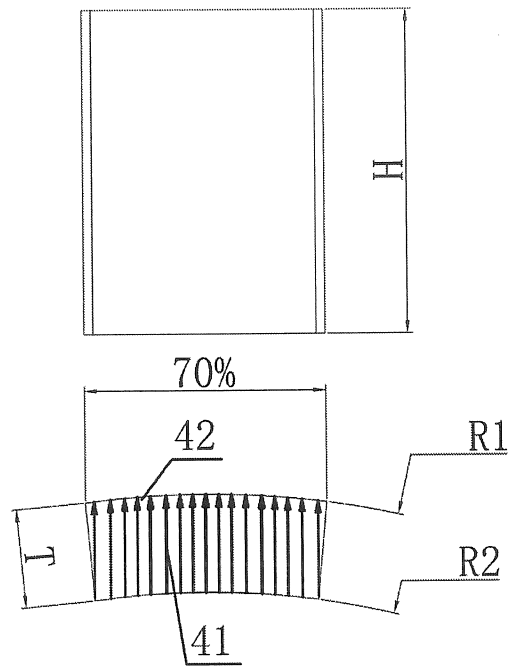
Hình 3.2



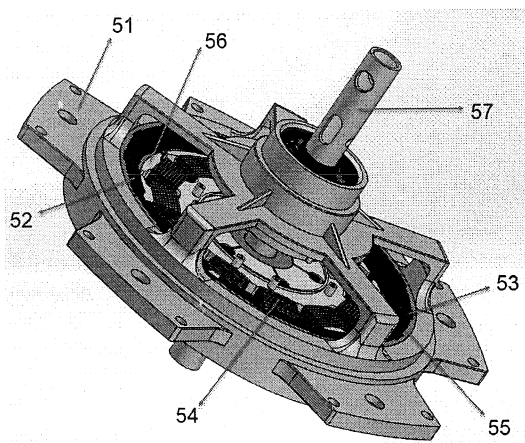
Hình 3.3



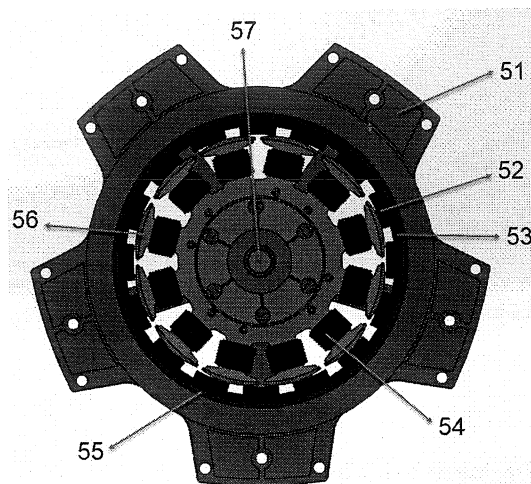
Hình 3.4



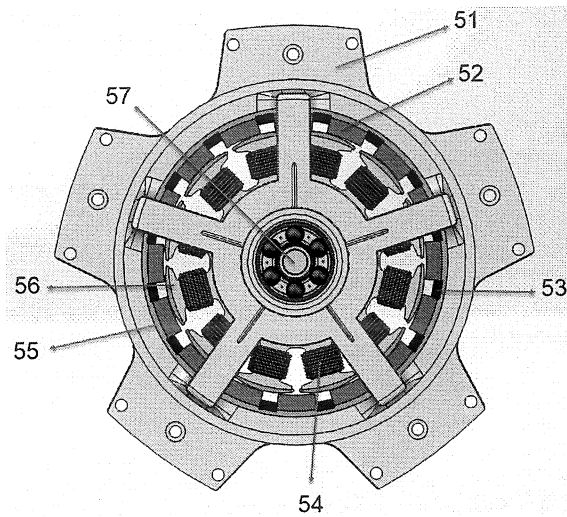
Hình 4



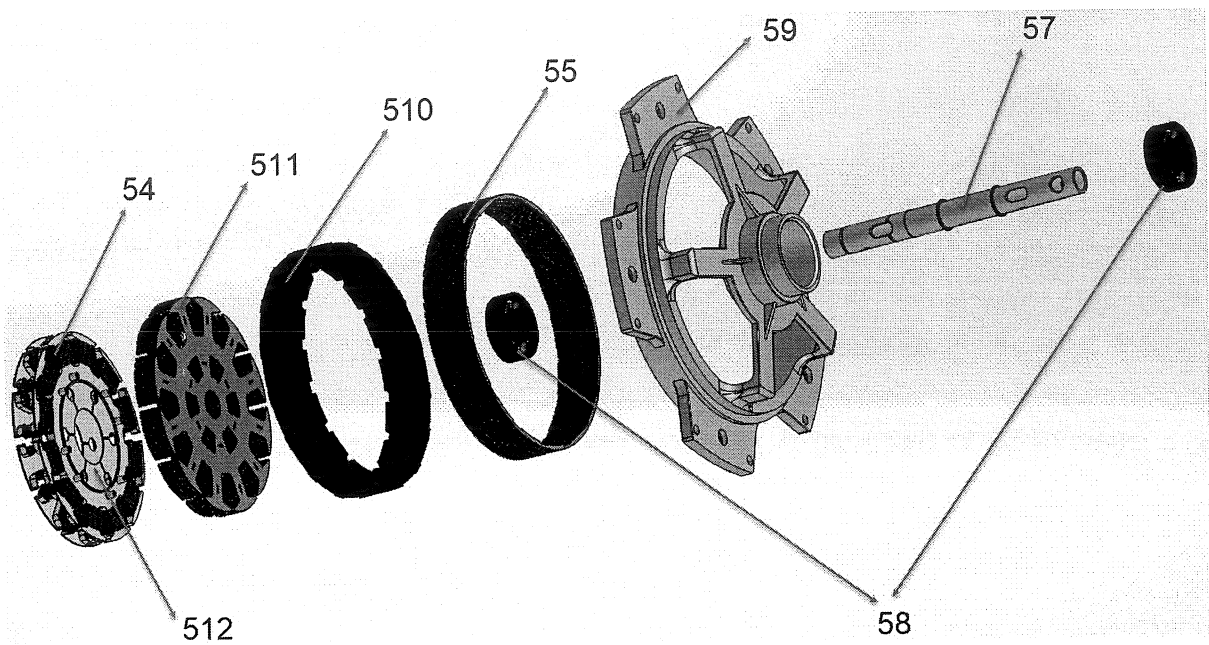
Hình 5.1



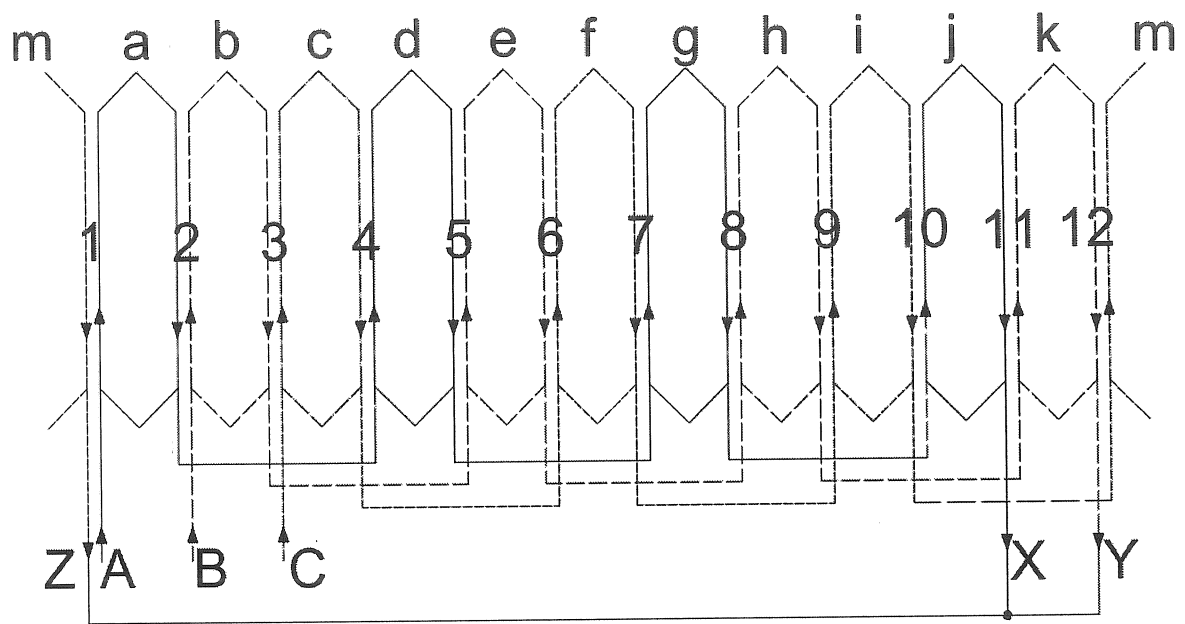
Hình 5.2



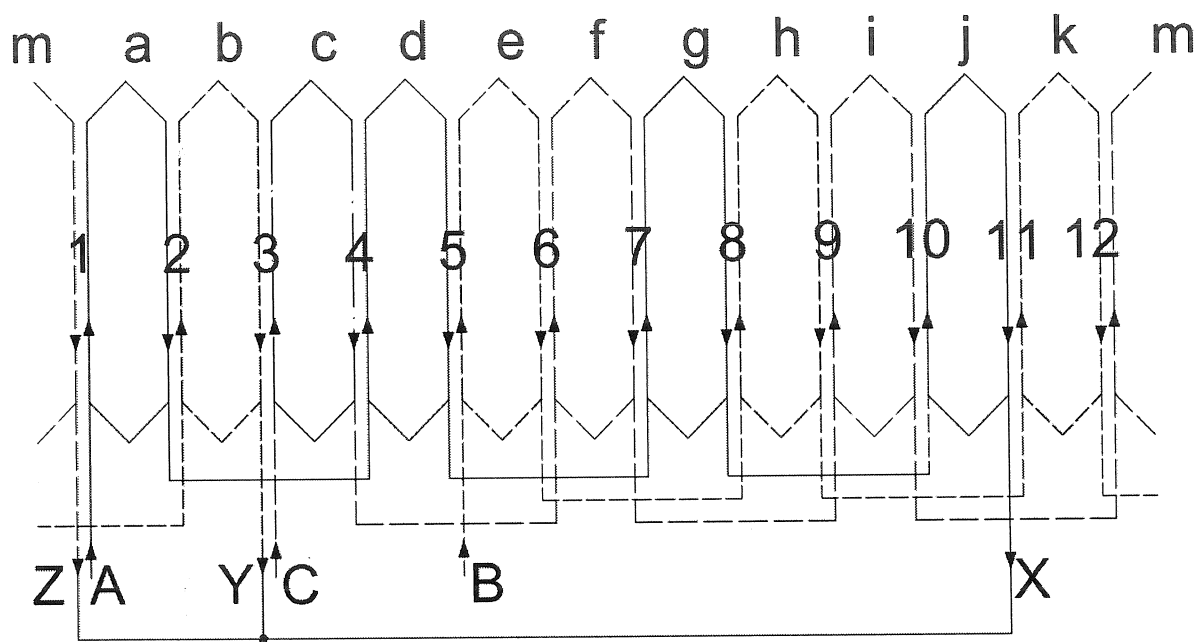
Hình 5.3



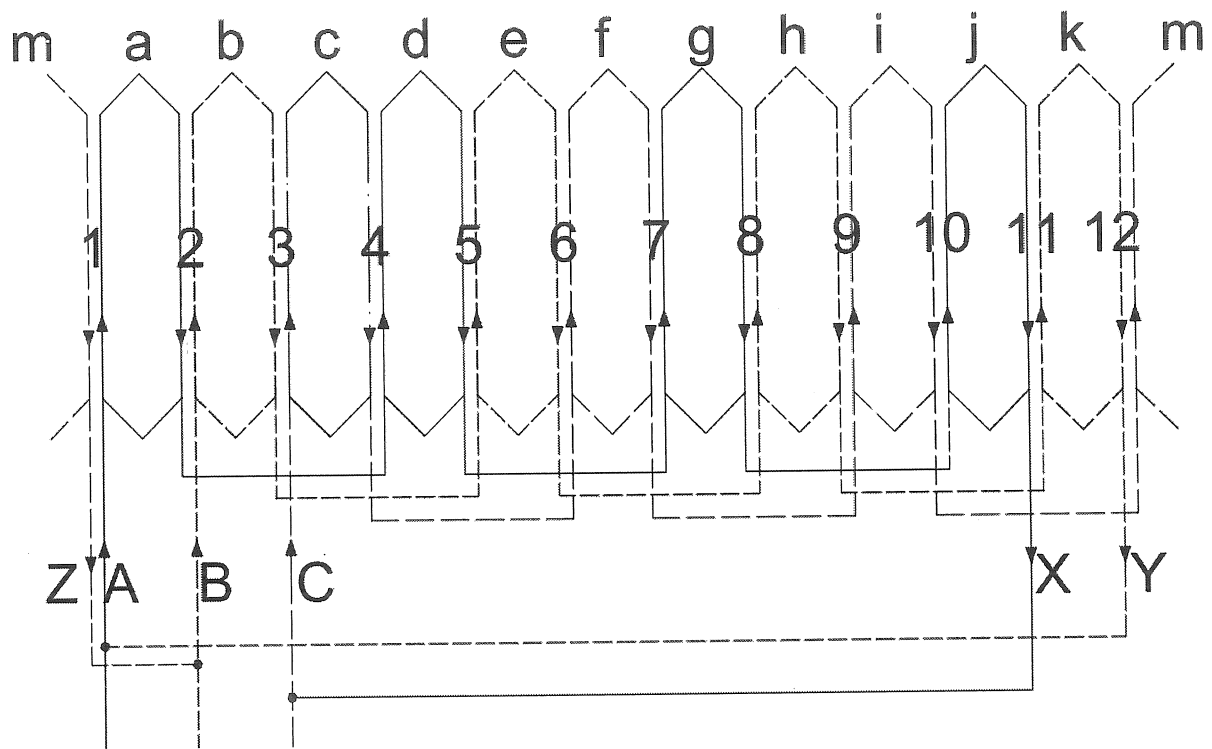
Hình 5.4



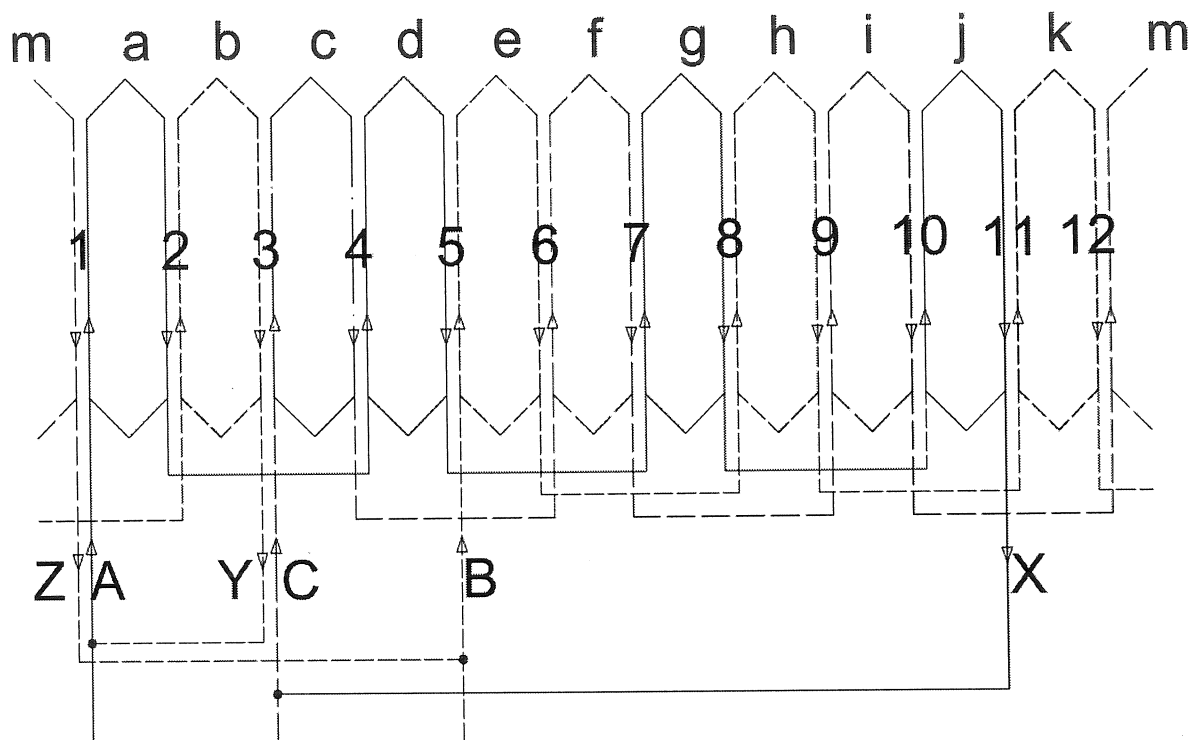
Hình 6.1a



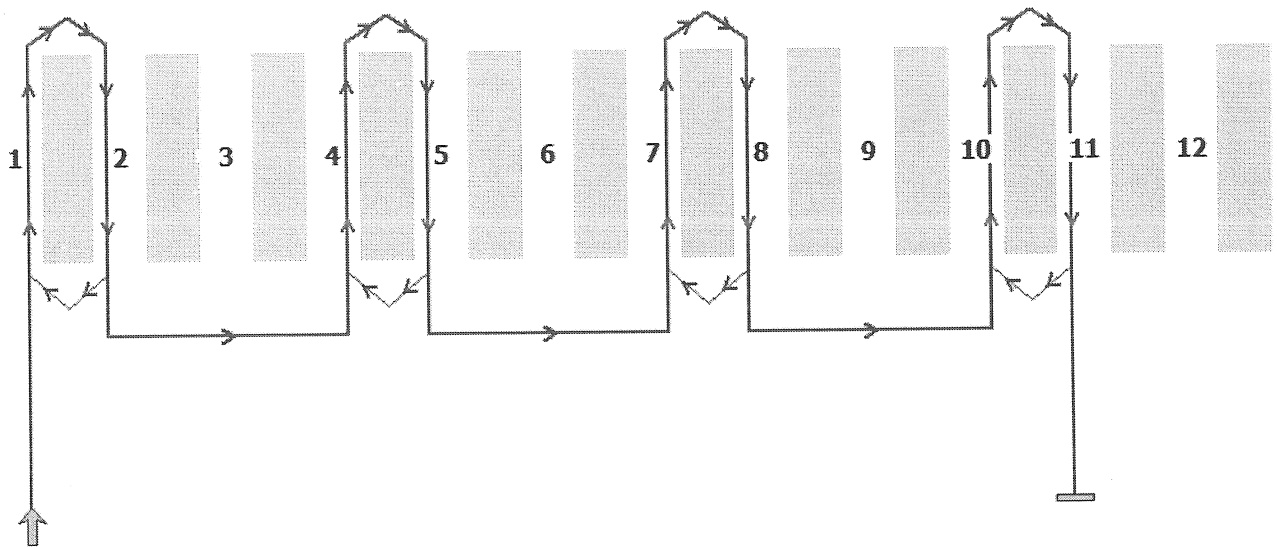
Hình 6.1b



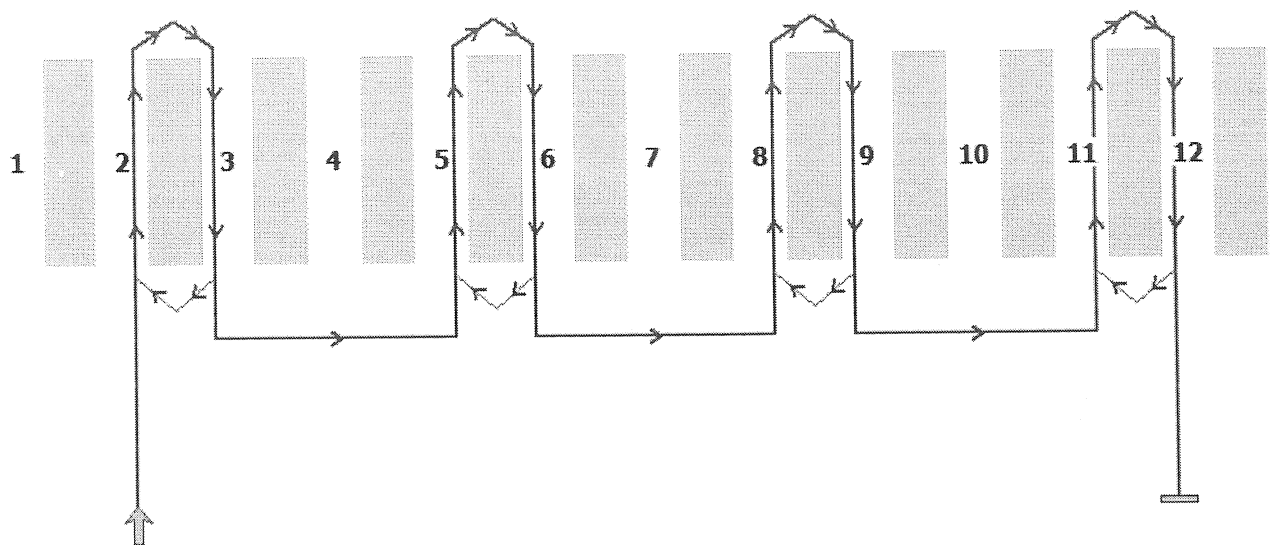
Hình 6.2a



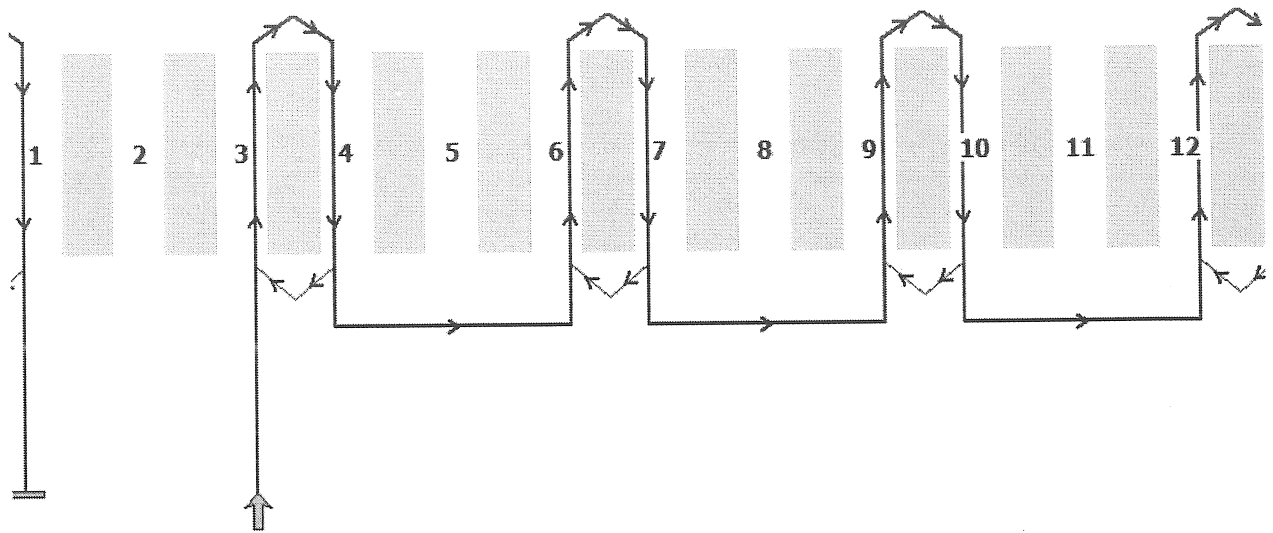
Hình 6.2b



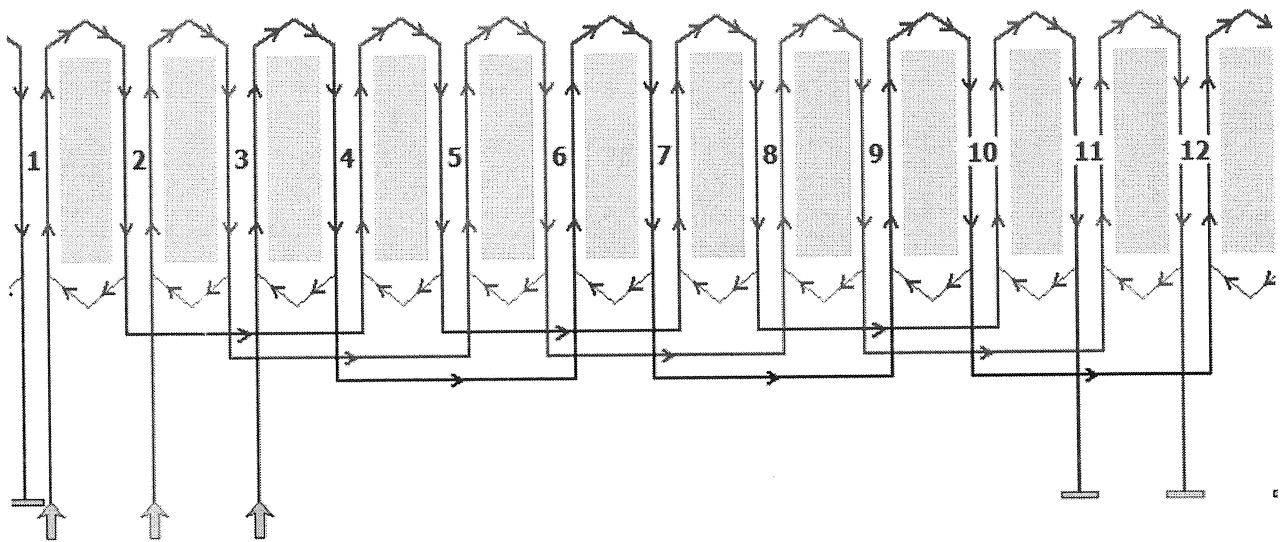
Hình 7.1



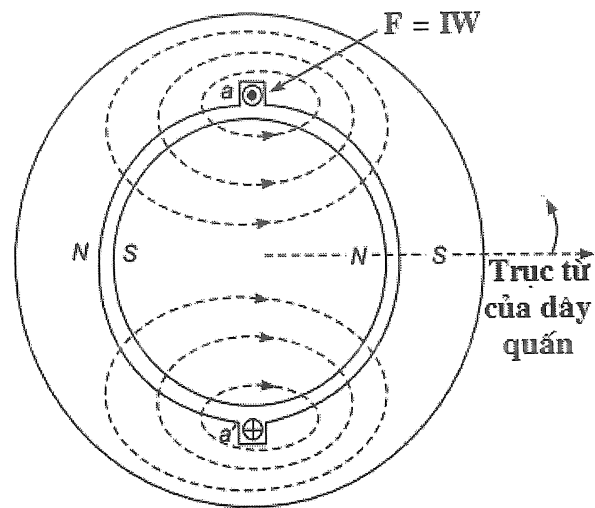
Hình 7.2



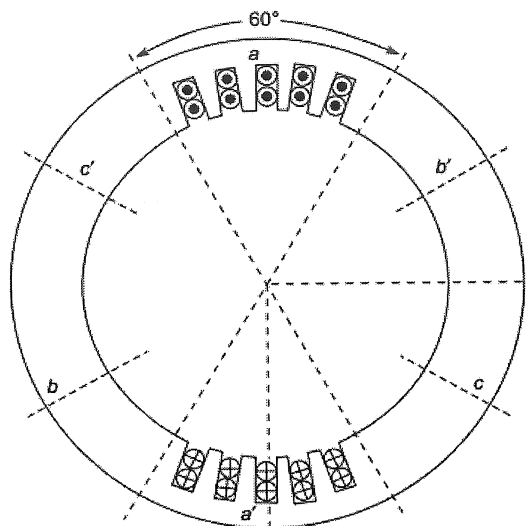
Hình 7.3



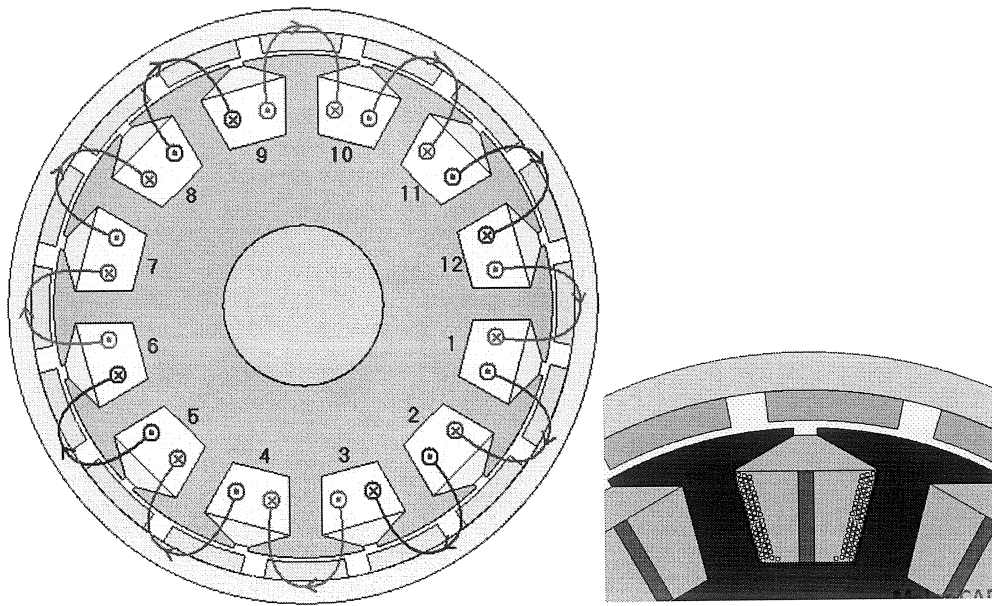
Hình 7.4



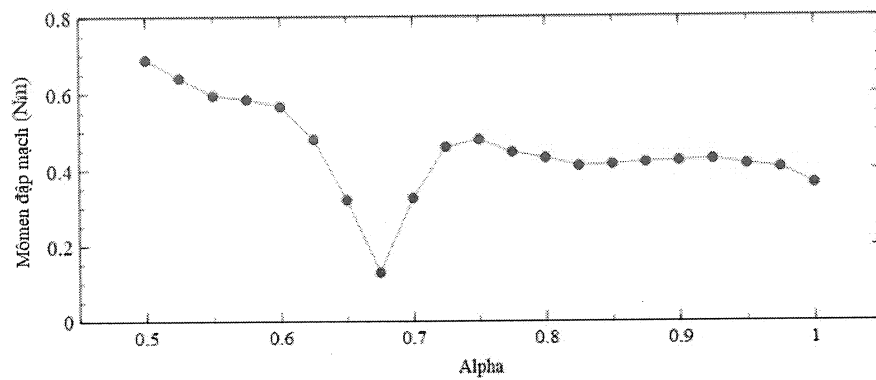
Hình 8.1



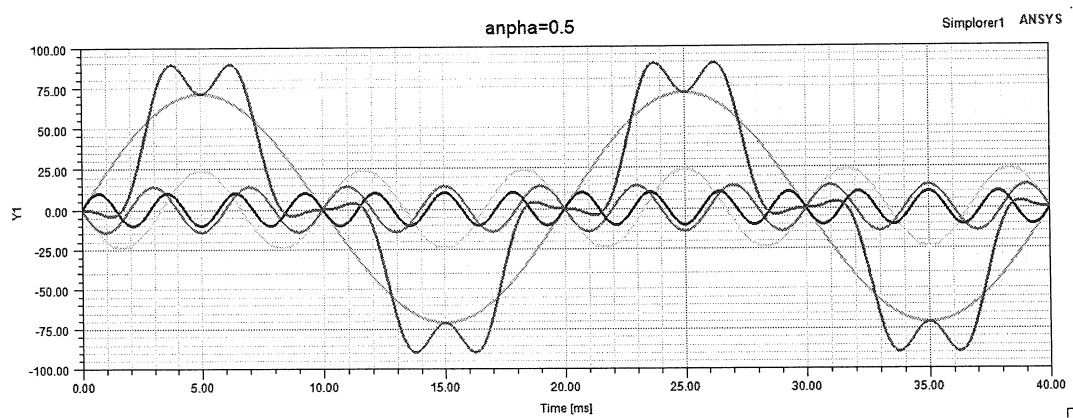
Hình 8.2



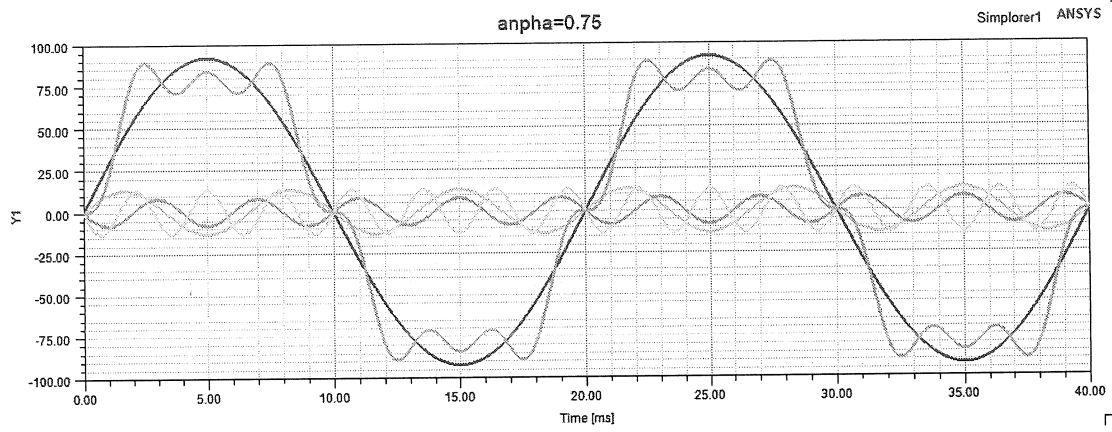
Hình 8.3



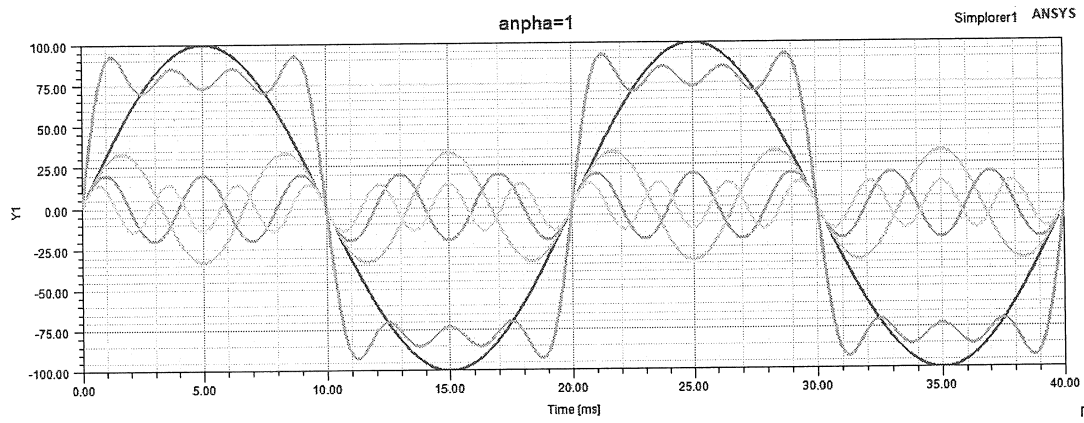
Hình 9



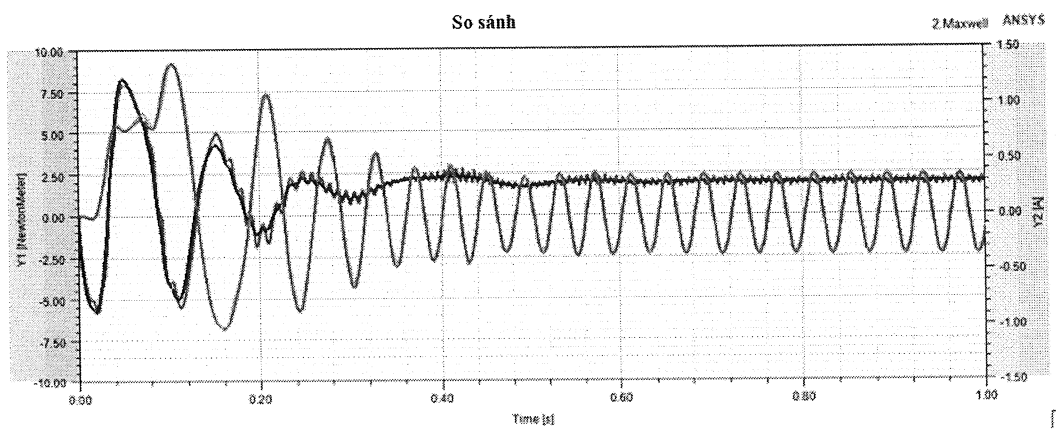
Hình 10



Hình 11



Hình 12



Hình 13