

Các loại động cơ bước

Phần 1: Động cơ bước dịch bởi Đoàn Hiệp

- Giới thiệu
 - Động cơ biến từ trở
 - Động cơ đơn cực
 - Động cơ hai cực
 - Động cơ nhiều pha
-

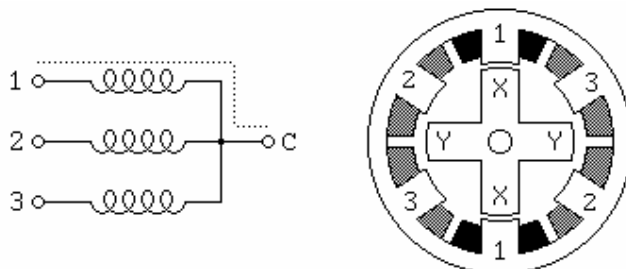
Giới thiệu

Động cơ bước được chia làm hai loại, nam châm vĩnh cửu và biến từ trở (cũng có loại động cơ hỗn hợp nữa, nhưng nó không khác biệt gì với động cơ nam châm vĩnh cửu). Nếu mất đi nhãn trên động cơ, các bạn vẫn có thể phân biệt hai loại động cơ này bằng cảm giác mà không cần cấp điện cho chúng. Động cơ nam châm vĩnh cửu dường như có các nấc khi bạn dùng tay xoay nhẹ rotor của chúng, trong khi động cơ biến từ trở thì dường như xoay tự do (mặc dù cảm thấy chúng cũng có những nấc nhẹ bởi sự giảm từ tính trong rotor). Bạn cũng có thể phân biệt hai loại động cơ này bằng ohm kế. Động cơ biến từ trở thường có 3 mẫu, với một dây về chung, trong khi đó, động cơ nam châm vĩnh cửu thường có hai mẫu phân biệt, có hoặc không có nút trung tâm. Nút trung tâm được dùng trong động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực.

Động cơ bước phong phú về góc quay. Các động cơ kém nhất quay 90 độ mỗi bước, trong khi đó các động cơ nam châm vĩnh cửu xử lý cao thường quay 1.8 độ đến 0.72 độ mỗi bước. Với một bộ điều khiển, hầu hết các loại động cơ nam châm vĩnh cửu và hỗn hợp đều có thể chạy ở chế độ nửa bước, và một vài bộ điều khiển có thể điều khiển các phân bước nhỏ hơn hay còn gọi là vi bước.

Đối với cả động cơ nam châm vĩnh cửu hoặc động cơ biến từ trở, nếu chỉ một mẫu của động cơ được kích, rotor (ở không tải) sẽ nhảy đến một góc cố định và sau đó giữ nguyên ở góc đó cho đến khi moment xoắn vượt qua giá trị moment xoắn giữ (hold torque) của động cơ.

Động cơ biến từ trở



Hình 1.1

Nếu motor của bạn có 3 cuộn dây, được nối như trong biểu đồ **hình 1.1**, với một đầu nối chung cho tất cả các cuộn, thì nó chắc hẳn là một động cơ biến từ trở. Khi sử dụng, dây nối chung (**C**) thường được nối vào cực dương của nguồn và các cuộn được kích theo thứ tự liên tục.

Dấu thập trong **hình 1.1** là rotor của động cơ biến từ trở quay 30 độ mỗi bước. Rotor trong động cơ này có 4 răng và stator có 6 cực, mỗi cuộn quấn quanh hai cực đối diện. Khi cuộn 1 được kích điện, răng X của rotor bị hút vào cực 1. Nếu dòng qua cuộn 1 bị ngắt và đóng dòng qua cuộn 2, rotor sẽ quay 30 độ theo chiều kim đồng hồ và răng Y sẽ hút vào cực 2.

Để quay động cơ này một cách liên tục, chúng ta chỉ cần cấp điện liên tục luân phiên cho 3 cuộn. Theo logic đặt ra, trong bảng dưới đây 1 có nghĩa là có dòng điện đi qua các cuộn, và chuỗi điều khiển sau sẽ quay động cơ theo chiều kim đồng hồ 24 bước hoặc 2 vòng:

Cuộn 1 1001001001001001001001

Cuộn 2 0100100100100100100100100

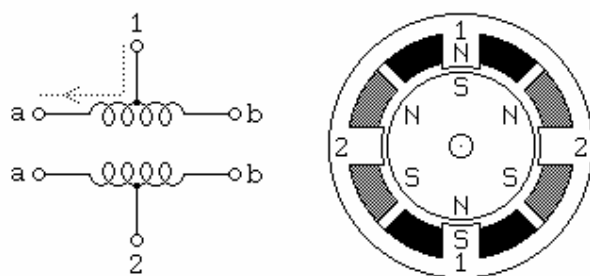
Cuộn 3 0010010010010010010010010

thời gian -->

Phần **Điều khiển mức trung bình** cung cấp chi tiết về phương pháp tạo ra các dãy tín hiệu điều khiển như vậy, và phần **Các mạch điều khiển** bàn về việc đóng ngắt dòng điện qua các cuộn để điều khiển động cơ từ các chuỗi như thế.

Hình dạng động cơ được mô tả trong **hình 1.1**, quay 30 độ mỗi bước, dùng số răng rotor và số cực stator tối thiểu. Sử dụng nhiều cực và nhiều răng hơn cho phép động cơ quay với góc nhỏ hơn. Tạo mặt răng trên bề mặt các cực và các răng trên rotor một cách phù hợp cho phép các bước nhỏ đến vài độ.

Động cơ đơn cực



Hình 1.2

Động cơ bước đơn cực, cả nam châm vĩnh cửu và động cơ hỗn hợp, với 5, 6 hoặc 8 dây ra thường được quấn như sơ đồ **hình 1.2**, với một đầu nối trung tâm trên các cuộn. Khi dùng, các đầu nối trung tâm thường được nối vào cực dương nguồn cấp, và hai đầu còn lại của mỗi mẫu lần lượt nối đất để đảo chiều từ trường tạo bởi cuộn đó.

Sự khác nhau giữa hai loại động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực và động cơ hỗn hợp đơn cực không thể nói rõ trong nội dung tóm tắt của tài liệu này. Từ đây, khi khảo sát động cơ đơn cực, chúng ta chỉ khảo sát động cơ nam châm vĩnh cửu, việc điều khiển động cơ hỗn hợp đơn cực hoàn toàn tương tự.

Mẫu 1 nằm ở cực trên và dưới của stator, còn mẫu 2 nằm ở hai cực bên phải và bên trái động cơ. Rotor là một nam châm vĩnh cửu với 6 cực, 3 Nam và 3 Bắc, xếp xen kẽ trên vòng tròn.

Để xử lý góc bước ở mức độ cao hơn, rotor phải có nhiều cực đối xứng hơn.

Động cơ 30 độ mỗi bước trong hình là một trong những thiết kế động cơ nam châm vĩnh cửu thông dụng nhất, mặc dù động cơ có bước 15 độ và 7.5 độ là khá lớn. Người ta cũng đã tạo ra được động cơ nam châm vĩnh cửu với mỗi bước là 1.8 độ và với động cơ hỗn hợp mỗi bước nhỏ nhất có thể đạt được là 3.6 độ đến 1.8 độ, còn tốt hơn nữa, có thể đạt đến 0.72 độ.

Như trong hình, dòng điện đi qua từ đầu trung tâm của mẫu 1 đến đầu a tạo ra cực Bắc trong stator trong khi đó cực còn lại của stator là cực Nam. Nếu điện ở mẫu 1 bị ngắt và kích mẫu 2, rotor sẽ quay 30 độ, hay 1 bước. Để quay động cơ một cách liên tục, chúng ta chỉ cần áp điện vào hai mẫu của động cơ theo dãy.

Mẫu 1a 1000100010001000100010001

Mẫu 1a 1100110011001100110011001

Mẫu 1b 0010001000100010001000100

Mẫu 1b 0011001100110011001100110

Mẫu 2a 0100010001000100010001000

Mẫu 2a 0110011001100110011001100

Mẫu 2b 0001000100010001000100010

Mẫu 2b 1001100110011001100110011

thời gian -->

thời gian -->

Nhớ rằng hai nửa của một mẫu không bao giờ được kích cùng một lúc. Cả hai dây nêu trên sẽ quay một động cơ nam châm vĩnh cửu một bước ở mỗi thời điểm. Dây bên trái chỉ cấp điện cho một mẫu tại một thời điểm, như mô tả trong hình trên; vì vậy, nó dùng ít năng lượng hơn. Dây bên phải đòi hỏi cấp điện cho cả hai mẫu một lúc và nói chung sẽ tạo ra một moment xoắn lớn hơn dây bên trái 1.4 lần trong khi phải cấp điện gấp 2 lần.

Phần **Điều khiển mức trung bình** trong tài liệu này sẽ cung cấp chi tiết về phương pháp tạo ra những dãy tín hiệu điều khiển như vậy, còn phần **Các mạch điều khiển** nói về mạch đóng ngắt các mạch điện cần thiết để điều khiển các mẫu động cơ từ các dãy điều khiển trên.

Vị trí bước được tạo ra bởi hai chuỗi trên không giống nhau; kết quả, kết hợp 2 chuỗi trên cho phép điều khiển nửa bước, với việc dừng động cơ một cách lần lượt tại những vị trí đã nêu ở một trong hai dây trên. Chuỗi kết hợp như sau:

Mẫu 1a 11000001110000011100000111

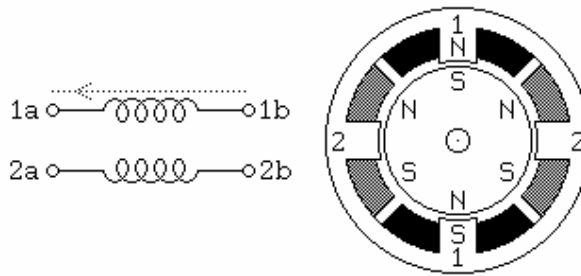
Mẫu 1b 00011100000111000001110000

Mẫu 2a 01110000011100000111000001

Mẫu 2b 00000111000001110000011100

Thời gian -->

Động cơ hai cực



Hình 1.3

Động cơ nam châm vĩnh cửu hoặc hỗn hợp hai cực có cấu trúc cơ khí giống y như động cơ đơn cực, nhưng hai mẫu của động cơ được nối đơn giản hơn, không có đầu trung tâm. Vì vậy, bản thân động cơ thì đơn giản hơn, nhưng mạch điều khiển để đảo cực mỗi cặp cực trong động cơ thì phức tạp hơn. Minh họa ở **hình 1.3** chỉ ra cách nối động cơ, trong khi đó phần rotor ở đây giống y như ở **hình 1.2**.

Mạch điều khiển cho động cơ đòi hỏi một mạch điều khiển cầu H cho mỗi mẫu; điều này sẽ được bàn chi tiết trong phần **Các mạch điều khiển**. Tóm lại, một cầu H cho phép cực của nguồn áp đến mỗi đầu của mẫu được điều khiển một cách độc lập. Các dây điều khiển cho mỗi bước đơn của loại động cơ này được nêu bên dưới, dùng + và - để đại diện cho các cực của nguồn áp được áp vào mỗi đầu của động cơ:

Đầu 1a	+ - - - + - - - + - - - + - - -	++ - - ++ - - ++ - - ++ - -
Đầu 1b	- - + - - + - - + - - + - - +	- - ++ - - ++ - - ++ - - ++
Đầu 2a	- + - - - + - - - + - - - + - -	- ++ - - ++ - - ++ - - ++ - -
Đầu 2b	- - - + - - - + - - - + - - - +	+ - - ++ - - ++ - - ++ - - ++

thời gian -->

Chú ý rằng những dây này giống như trong động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực, ở mức độ lý thuyết, và rằng ở mức độ mạch đóng ngắt cầu H, hệ thống điều khiển cho hai loại động cơ này là giống nhau.

Chú ý khác là có rất nhiều chip điều khiển cầu H có một đầu vào điều khiển đầu ra và một đầu khác để điều khiển hướng. Có loại chip cầu H kể trên, dây điều khiển dưới đây sẽ quay động cơ giống như dây điều khiển nêu phía trên:

Enable 1 10101010101010 11111111111111

Hướng 1 1x0x1x0x1x0x1x0x 1100110011001100

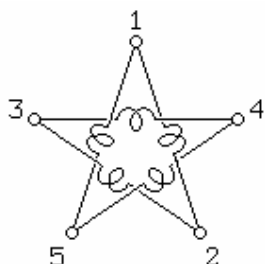
Enable 2 0101010101010101 1111111111111111

Hướng 2 x1x0x1x0x1x0x1x0 0110011001100110

thời gian -->

Để phân biệt một động cơ nam châm vĩnh cửu hai cực với những động cơ 4 dây biến từ trở, đo điện trở giữa các cặp dây. Chú ý là một vài động cơ nam châm vĩnh cửu có 4 mấu độc lập, được xếp thành 2 bộ. Trong mỗi bộ, nếu hai mấu được nối tiếp với nhau, thì đó là động cơ hai cực điện thế cao. Nếu chúng được nối song song, thì đó là động cơ hai cực dùng điện thế thấp. Nếu chúng được nối tiếp với một đầu trung tâm, thì dùng như với động cơ đơn cực điện thế thấp.

Động cơ nhiều pha



Hình 1.4

Một bộ phận các động không được phổ biến như những loại trên đó là động cơ nam châm vĩnh cửu mà các cuộn được quấn nối tiếp thành một vòng kín như **hình 1.4**. Thiết kế phổ biến nhất đối với loại này sử dụng dây nối 3 pha và 5 pha. Bộ điều khiển cần $\frac{1}{2}$ cầu H cho mỗi một đầu ra của động cơ, nhưng những động cơ này có thể cung cấp moment xoắn lớn hơn so với các loại động cơ bước khác cùng kích thước. Một vài động cơ 5 pha có thể xử lý cấp cao để có được bước 0.72 độ (500 bước mỗi vòng). Với một động cơ 5 pha như trên sẽ quay mười bước mỗi vòng bước, như trình bày dưới đây:

Đầu 1 +++-----+++++-----++

Đầu 2 --+++++-----+++++---

Đầu 3 +-----+++++-----+++++

Đầu 4 +++++-----+++++-----

Đầu 5 ----+++++-----+++++--

thời gian -->

Ở đây, giống như trong trường hợp động cơ hai cực, mỗi đầu hoặc được nối vào cực dương hoặc cực âm của hệ thống cấp điện động cơ. Chú ý rằng, tại mỗi bước, chỉ có một đầu thay đổi cực. Sự thay đổi này làm ngắt điện ở một mấu nối vào đầu đó (bởi vì cả hai đầu của mấu có cùng điện cực) và áp điện vào một mấu đang trong trạng thái nghỉ trước đó. Hình dạng của động cơ được đề nghị như **hình 1.4**, dây điều khiển sẽ điều khiển động cơ quay 2 vòng.

Để phân biệt động cơ 5 pha với các loại động cơ có 5 dây dẫn chính, cần nhớ rằng, nếu điện trở giữa 2 đầu liên tiếp của một động cơ 5 pha là R , thì điện trở giữa hai đầu không liên tiếp sẽ là $1.5R$.

Và cũng cần ghi nhận rằng một vài động cơ 5 pha có 5 mấu chia, với 10 đầu dây dẫn chính. Những dây này có thể nối thành hình sao như hình minh họa trên, sử dụng mạch điều khiển gồm 5 nửa cầu H, nói cách khác mỗi mấu có thể được điều khiển bởi một vòng cầu H đầy đủ của nó. Để tránh việc tính toán lý thuyết với các linh kiện điện tử, có thể dùng chip mạch cầu tích hợp đầy đủ để tính toán gần đúng.

Tóm tắt chương

Qua chương này, các bạn đã có thể phân biệt các loại động cơ như động cơ biến từ trở, động cơ đơn cực, động cơ hai cực, và động cơ nhiều pha dựa vào cảm nhận bằng tay khi quay rotor và dùng Ohm kế.

Việc phân biệt các cặp đầu ra của các cuộn dây cũng có thể suy ra từ việc dùng Ohm kế để đo các đầu dây. Tuy nhiên, việc xác định cặp dây ra của từng cuộn dây trong động cơ đơn cực hơi khó khăn hơn một chút.

Để phân biệt hai cặp dây của động cơ đơn cực 5 dây, trước tiên chúng ta dùng Ohm kế để xác định dây nối trung tâm. Áp điện áp xoay chiều vào dây trung tâm và một trong 4 dây còn lại. Dùng Volt kế xoay chiều đo điện áp giữa dây nối trung tâm và 3 dây còn lại. Chúng ta sẽ thấy rằng điện áp giữa dây trung tâm với 2 trong 3 dây còn lại đó gần như bằng không, và với dây thứ ba thì gần như bằng điện áp xoay chiều áp vào động cơ. Như vậy, hai dây cho điện áp gần bằng 0 là một cặp, hai dây còn lại sẽ là cặp thứ hai.

Lời khuyên:

- Khi dùng Ohm kế để đo, nhớ ghi chú và vẽ ngay lại cách nối dây trong động cơ để tránh nhầm lẫn về sau
- Các dây nối trung tâm luôn được nối với nguồn dương trong mạch điều khiển (kể cả động cơ biến từ trở và động cơ đơn cực)
- Điện áp xoay chiều dùng để phân biệt các cặp dây trong động cơ đơn cực phải đủ nhỏ để không làm hư động cơ. Điện áp đỉnh của dòng xoay chiều phải nhỏ hơn điện áp ngưỡng của động cơ. Thông thường, với động cơ 24VDC, và 12VDC tôi thường dùng 9VAC và 6VAC để thí nghiệm.
- Luôn ghi nhớ rằng động cơ bước là động cơ điện một chiều

Bài tập:

Tự viết ra (hoặc làm thí nghiệm thực tế) tất cả các trường hợp để phân biệt tất cả các loại động cơ kể trên và phân biệt các dây nối động cơ của từng loại khi chỉ có Ohm kế và Volt kế.

Làm thế nào để biết điện áp ngưỡng của động cơ mình đang có?