

KIỂM TRA ĐIỆN TRỞ CÁCH ĐIỆN

Tại sao phải kiểm tra điện trở cách điện?

Một chương trình kiểm tra điện trở cách điện thường xuyên được khuyến khích để ngăn ngừa điện giật, đảm bảo an toàn cho kỹ thuật viên. Nó giúp phát hiện tình trạng hư hỏng của cách điện để có phương án sửa chữa kịp thời như: làm sạch chân không, làm sạch bằng hơi nước, làm khô và bện lại.

Nguyên nhân gây ra hỏng cách điện?

Một số nguyên nhân phổ biến hơn gây ra hư hỏng cách điện bao gồm: nhiệt độ quá nóng hoặc quá lạnh, độ ẩm, bụi bẩn, ăn mòn, dầu, rung động [vibration](#), lão hóa và bị nứt.

Những thử nghiệm nào được ứng dụng để đánh giá chất lượng của cách điện?

Ba thử nghiệm được thảo luận ở đây được sử dụng chủ yếu để thử nghiệm cách điện của động cơ, máy phát và máy biến áp.

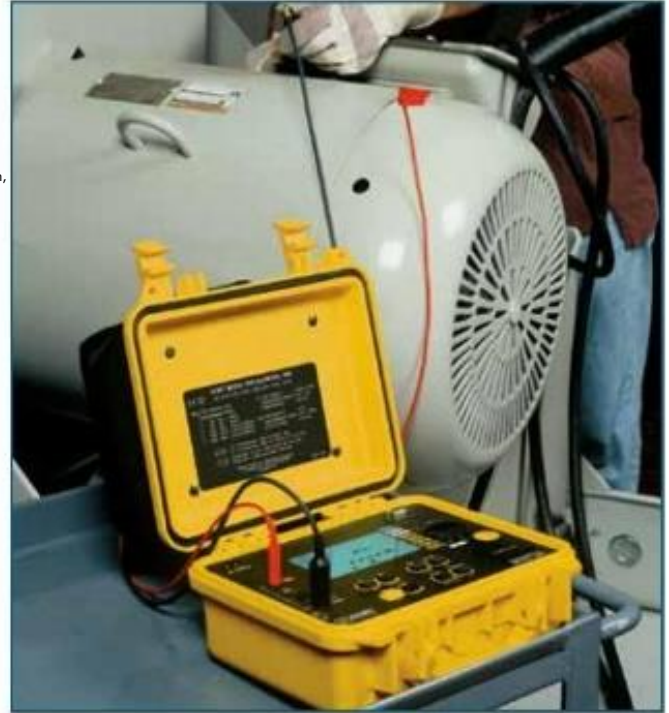
Thiết bị nào cần thiết để tiến hành thử nghiệm điện trở cách điện?

- Megohmmeter với chức năng kiểm tra thời gian
- Chỉ báo nhiệt độ
- Máy đo độ ẩm (không cần thiết nếu nhiệt độ thiết bị cao hơn điểm sương)

Kiểm tra dòng điện trong cách điện

Tổng dòng điện trong phần thân của vật liệu cách điện là tổng của ba thành phần

- Dòng điện dung (Capacitance Charging Current)
- Dòng Hấp thụ (Absorption Current)
- Dòng điện rò (Leakage or Conduction Current)



Chỉ số điện trở cách điện

Các chỉ số phụ thuộc vào thời gian

- Khi bắt đầu, dòng điện dung là thứ bạn thấy đầu tiên
- Khoảng một phút, Dòng hấp thụ
- Ở phút thứ 10, chỉ số chủ yếu là dòng điện rò.

Các kết quả đọc thay đổi này được nhìn thấy rõ nhất trên hình biểu đồ thanh bar ở các thiết bị kỹ thuật số hoặc chuyển động của kim trên các thiết bị tương tự.

1. Phương pháp ghi tại chỗ (Spot Reading Test)

Đối với thử nghiệm này, megohmmeter được nối qua cách điện của các cuộn dây của máy được thử nghiệm.

Điện áp thử nghiệm được đặt trong một khoảng thời gian cố định, thường là 60 giây và chỉ số sẽ được ghi. Phương pháp này chỉ nên được thực hiện khi nhiệt độ của cuộn dây cao hơn nhiệt độ điểm sương (1). Người đánh giá nên ghi lại nhiệt độ của cuộn dây để có thể hiệu chỉnh chỉ số về nhiệt độ cơ bản là 20°C.

Thời lượng kiểm tra

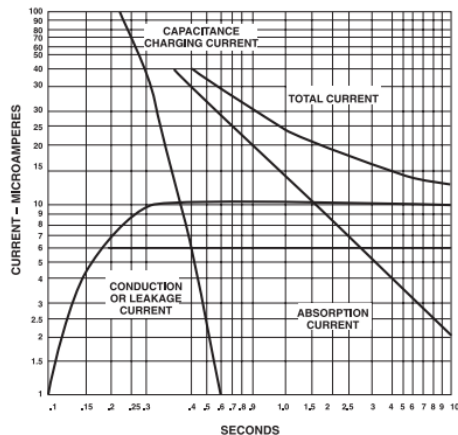
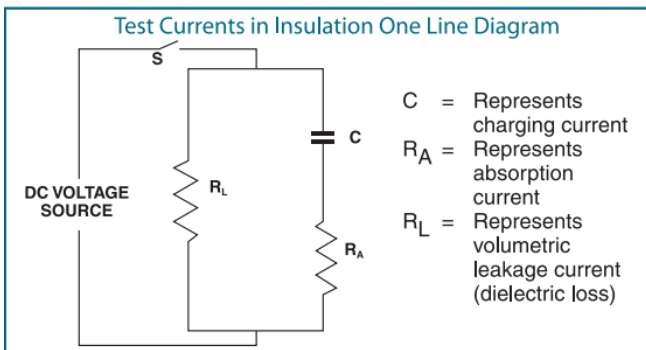
Để có được các kết quả có thể so sánh được, các thử nghiệm phải có cùng thời gian. Thông thường chỉ số sẽ được ghi lại sau 60 giây.

Giải thích kết quả

Chỉ số chỉ được giải thích thích đáng theo phương pháp này nếu có thể xem chỉ số của các bài kiểm tra trước. Để có kết quả chính xác, chỉ số dụng kết quả từ các thử nghiệm được thực hiện ở cùng mức điện áp trong cùng một khoảng thời gian và trong điều kiện nhiệt độ, độ ẩm tương tự. Các chỉ số này được sử dụng để tạo biểu đồ đường cong định hướng của điện trở cách điện. Đường cong có xu hướng giảm cho thấy sự mất điện trở cách điện do các điều kiện không thuận lợi như:

độ ẩm, tích tụ bụi, vv. Sự sụt giảm rất mạnh cho thấy cách điện bị hỏng.

Xem Hình 1!



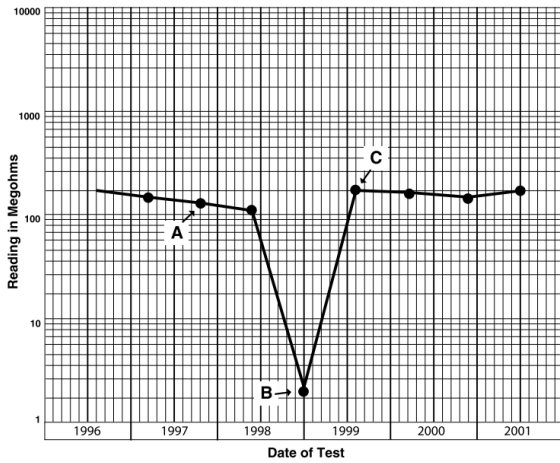


Figure 1

Hình 1

Ví dụ về sự thay đổi của điện trở cách điện trong khoảng thời gian nhiều năm:

Tại A, ảnh hưởng của quá trình lão hóa và tích tụ bụi được thể hiện bằng các giá trị giảm dần.

Tại B, sự sụt giảm mạnh cho thấy sự cố cách điện.

Tại C là giá trị điện trở cách điện sau khi quần lại động cơ.

(1) Nhiệt độ điểm sương là nhiệt độ mà hơi ẩm trong không khí ngưng tụ thành chất lỏng.

2. Phương pháp điện trở theo thời gian (Time-Resistance)

Còn gọi là phương pháp kiểm tra hấp thụ điện môi (Dielectric Absorption Test). Phương pháp này khá độc lập với nhiệt độ và thường có thể cung cấp cho bạn đủ thông tin để đánh giá mà không cần xem lại báo cáo chỉ số của các lần kiểm tra trước. Nó dựa trên hiệu quả hấp thụ điện môi của vật liệu cách điện tốt so với vật liệu cách điện bị ẩm hoặc nhiễm bẩn.

Đơn giản chỉ cần đọc liên tiếp tại các thời điểm cụ thể và ghi lại sự khác biệt giữa các chỉ số (xem Hình 2).

Cách điện tốt cho thấy điện trở tăng liên tục (xem đường cong D) trong một khoảng thời gian (theo thứ tự từ 5 đến 10 phút). Điều này là do sự hấp thụ; cách điện tốt cho thấy hiệu ứng điện tích này trong một khoảng thời gian dài hơn nhiều so với thời gian cần thiết để tích điện cho điện dung của vật liệu cách điện.

Nếu cách điện chứa hơi ẩm hoặc chất gây ô nhiễm, hiệu ứng

hấp thụ sẽ bị che bởi dòng điện rò rỉ cao, dòng điện này luôn ở một giá trị khá ổn định - giữ cho số đọc điện trở ở mức thấp ($R = E / I$) (xem đường cong E).

Thử nghiệm độ bền thời gian có giá trị vì nó không phụ thuộc vào công suất thiết bị. Sự gia tăng điện trở đối với cách điện sạch và khô xảy ra theo cùng một cách thức cho dù động cơ lớn hay nhỏ. Bạn có thể so sánh một số động cơ và thiết lập tiêu chuẩn cho những động cơ mới bất kể công suất bao nhiêu.

Hình 2 cho thấy cách kiểm tra 60 giây sẽ hiển thị cho cách điện tốt và không tốt. Khi lớp cách điện ở trạng thái tốt, chỉ số 60 giây sẽ cao hơn chỉ số 30 giây.

Một lợi thế nữa của phương pháp này là nó cho bạn hình ảnh rõ ràng hơn, ngay cả khi "đọc điểm" cho biết lớp cách điện trông ổn.

Thử nghiệm Time-Resistance ở máy có vòng quay lớn - đặc biệt với điện áp hoạt động cao sẽ yêu cầu dài điện trở cách điện cao và điện áp thử nghiệm ổn định.

Một megohmmeter loại lớn có thể đáp ứng yêu cầu này. Tương tự,

một thiết bị như vậy được điều chỉnh tốt hơn cho cáp, bushings, máy biến áp và thiết bị đóng cắt ở các kích thước lớn hơn.

Phương pháp thử nghiệm - Thử nghiệm độ bền với thời gian - Tỷ lệ hấp thụ điện

môi (DAR)

- Tỷ lệ 60 giây / 30 giây
- ít hơn 1 = không thành công
- 1,0 đến 1,25 = OK
- 1,4 đến 1,6 = xuất sắc

Lưu ý: Đây không phải là một bài kiểm tra thường được sử dụng.

3. Phương pháp đo tăng điện áp (Step Voltage Test)

Trong thử nghiệm này, người vận hành sử dụng hai hoặc nhiều mức điện áp thử. Tỷ lệ khuyến nghị cho các mức điện áp thử nghiệm là 1 đến 5. Ở mỗi bước, điện áp thử nghiệm phải được đặt trong cùng một khoảng thời gian, thường là 60 giây. Việc áp dụng tăng điện áp sẽ tạo ra ứng suất điện trên các vết nứt cách điện ở bên trong.

Điều này có thể thể hiện sự lão hóa và hư hỏng vật lý ngay cả trong lớp cách điện khô và sạch mà sự lão hóa này sẽ không thể hiện rõ nếu ở mức điện áp thấp hơn.

Thời lượng kiểm tra

Thực hiện một loạt các "bước điện áp", mỗi bước kéo dài 60 giây.

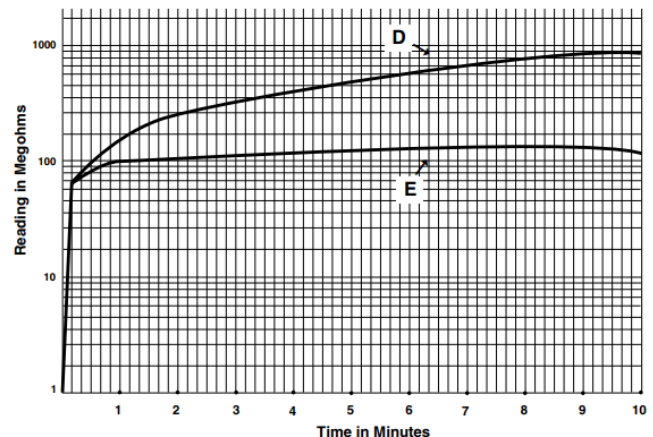
Giải thích kết quả

So sánh các chỉ số được ghi lại ở các mức điện áp khác nhau, tìm kiếm bất kỳ sự suy giảm quá mức nào trong giá trị điện trở cách điện ở các mức điện áp cao hơn. Cách điện khô, sạch và không có hư hỏng vật lý phải cung cấp các giá trị điện trở gần như giống nhau mặc dù có thay đổi về mức điện áp thử nghiệm. Nếu giá trị điện trở giảm đáng kể khi thử nghiệm ở các mức điện áp cao hơn, thì điều này là một cảnh báo rằng chất lượng cách điện có thể bị suy giảm do bụi bẩn, độ ẩm, nứt, lão hóa, v.v.

Chỉ số phân cực (PI) = Chỉ số 10 phút / chỉ số 1 phút.

IEEE Std 43-2000 (2) liệt kê các giá trị tối thiểu sau cho chỉ số phân cực ở máy điện xoay chiều và máy điện một chiều:

Loại A: 1.5 Loại B: 2.0
 Loại C: 2.0

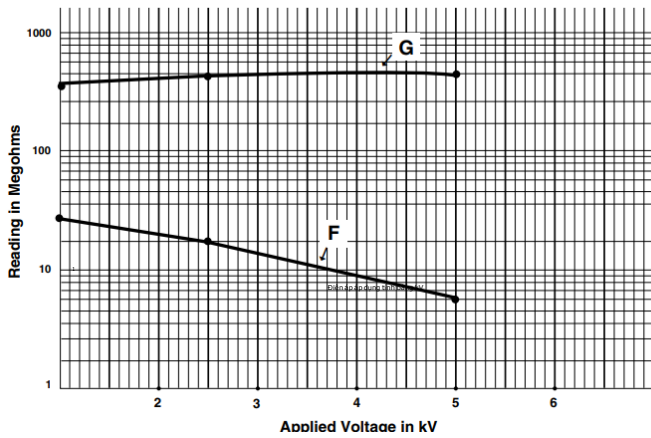


Thời gian tính bằng phút

Hình 2

Đường cong hấp thụ của thử nghiệm được thực hiện trên Động cơ 350 HP: Đường cong D biểu thị cách điện tốt với chỉ số phân cực là 5. Đường cong E cho thấy có vấn đề tiềm ẩn. Chỉ số phân cực chỉ là 1,47 = 1,47.

(2) IEEE Std. 43-2000, "Thực hành được khuyến nghị để kiểm tra điện trở cách điện của máy móc quay." Có sẵn từ Viện Kỹ sư Điện và Điện tử, Inc., 345 E.47th St., New York, NY 10017

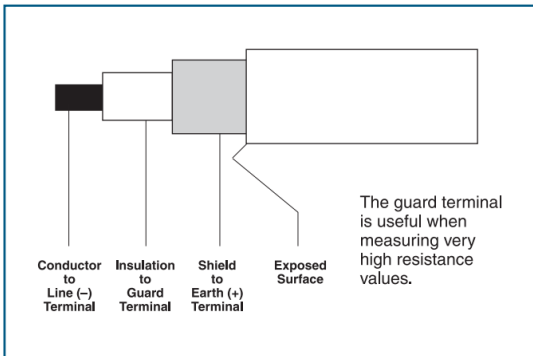


Trước và sau khi sửa chữa:

Đường cong F cho thấy xu hướng giảm của các giá trị điện trở cách điện khi tăng điện áp thử nghiệm. Điều này cho thấy có vấn đề tiềm ẩn với lớp cách điện. Đường cong G cho thấy cùng một thiết bị sau khi nó đã được sửa chữa.

Sử dụng Thiết bị đầu cuối

Thiết bị đầu cuối bảo vệ rất hữu ích khi đo các giá trị điện trở rất cao.



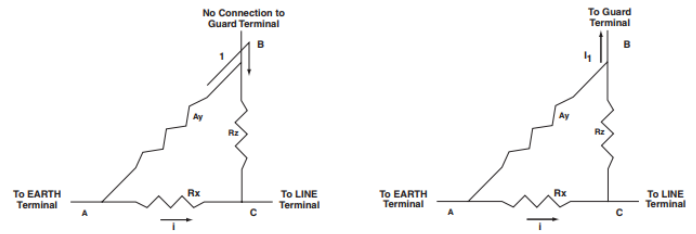
Tôi nên sử dụng điện áp thử nghiệm nào?

Có hai trường phái liên quan đến điện áp để kiểm tra cách điện. Cách đầu tiên áp dụng cho thiết bị hoặc cáp điện mới và có thể sử dụng điện áp thử nghiệm AC hoặc DC.

Khi sử dụng điện áp xoay chiều, quy tắc ngón tay cái là 2 x điện áp định mức + 1000V. Khi sử dụng điện áp một chiều (phổ biến nhất trên megohmmeters được sản xuất ngày nay), quy tắc ngón tay cái chỉ đơn giản là 2 x điện áp định mức trừ khi sử dụng điện áp cao hơn. Xem biểu đồ bên dưới để biết các giá trị được đề xuất.

Điện áp định mức	Điện áp thử nghiệm
24 - 50V	50 - 100V (DC)
50 - 100V	100 - 250V (DC)
100 - 240V	250 - 500V (DC)
440 - 550V	500 - 1000V (DC)
2400V	1000 - 2500V (DC)
4100V	1000 - 5000V (DC)

Nên liên hệ với nhà sản xuất thiết bị để nghe khuyến nghị của họ về điện áp thích hợp để sử dụng khi thử nghiệm thiết bị của họ.



Ưu điểm của Thử nghiệm DC

- Kích thước và trọng lượng nhẹ hơn của thiết bị thử nghiệm
- Không mang tính phá hủy
- Dữ liệu cũ có thể được tổng hợp

Kiểm tra máy biến áp

Máy biến áp được thử nghiệm ở điện áp bằng hoặc cao hơn điện áp danh định để chắc chắn rằng không có dòng rò quá mức xuống đất hoặc giữa các cuộn dây. Những việc này được thực hiện với máy biến đã được ngắt khỏi hệ thống.

Máy biến áp một pha

5 bài kiểm tra sau đây và sơ đồ đầu dây tương ứng sẽ kiểm tra máy biến áp một pha. Chờ ít nhất 1 phút cho mỗi bài kiểm tra hoặc cho đến khi chỉ số ổn định.

- Cuộn dây điện áp cao đến cuộn dây điện áp thấp và nối đất
- Cuộn dây điện áp thấp đến cuộn dây điện áp cao và nối đất
- Cuộn dây điện áp cao đến cuộn dây điện áp thấp
- Cuộn dây điện áp cao với đất
- Cuộn dây điện áp thấp với đất

Máy biến áp ba pha

5 thử nghiệm sau đây và sơ đồ đầu dây tương ứng sẽ kiểm tra máy biến áp ba pha.

- Cuộn dây điện áp cao đến cuộn dây điện áp thấp và nối đất
- Cuộn dây điện áp cao nối đất với cuộn dây điện áp thấp để bảo vệ
- Cuộn dây điện áp cao đến cuộn dây điện áp thấp
- Cuộn dây điện áp thấp với đất và cuộn dây điện áp cao để bảo vệ

Kiểm tra cáp

Cáp điện được thử nghiệm ở điện áp cao hơn điện áp danh định để chắc chắn rằng không có đường rò rỉ quá mức xuống đất hoặc giữa các ruột dẫn. Những dây cáp này cùng với máy biến áp phải được ngắt hoàn toàn khỏi đường dây và phụ tải. Tuy nhiên, đất là trường hợp không nên loại bỏ.

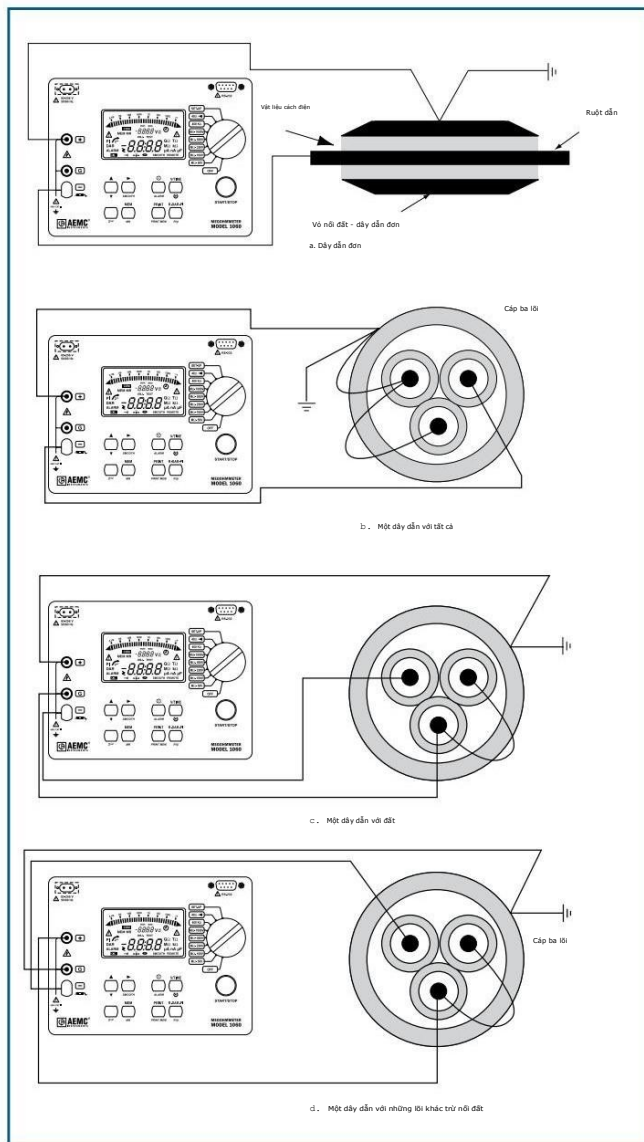
Cáp 1 lõi

Kết nối như trong sơ đồ

- Ruột dẫn với thiết bị đầu cuối line (-) và vỏ bọc cáp với đất (+)

Cáp đa lõi

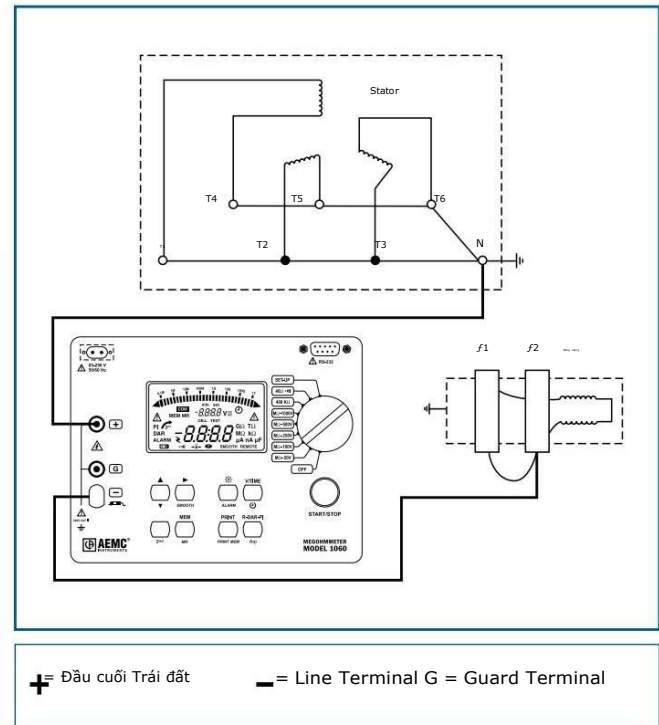
- Dây dẫn đơn
- Một ruột dẫn nối với tất cả
- Một ruột dẫn với đất
- Một ruột dẫn với ruột dẫn khác trừ nối đất



Kiểm tra động cơ và máy phát điện

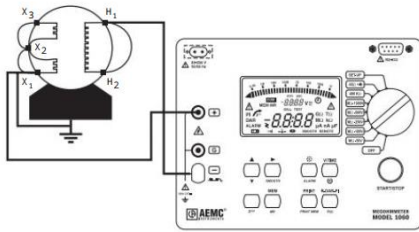
Trước khi thử nghiệm các bushes rôto nâng ở trên, hãy nối đất thiết bị đầu cuối và khung của bộ khởi động và nối đất trực động cơ.

Phóng điện trường bằng cách nối đất. Sau đó loại bỏ trường cuộn từ mặt đất và kết nối với kết nối Line (-) trên megohmmeter. Kết nối thiết bị đầu cuối Earth (+) với đất. Sơ đồ cho thấy kết nối để thử nghiệm điện trở cách điện trường. Cuộn dây stator cũng có thể được đo theo cách tương tự.

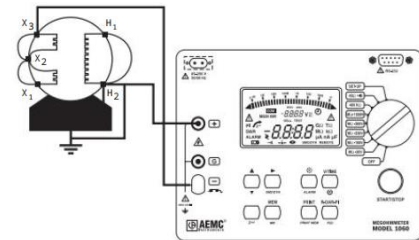


Máy biến áp 1 pha

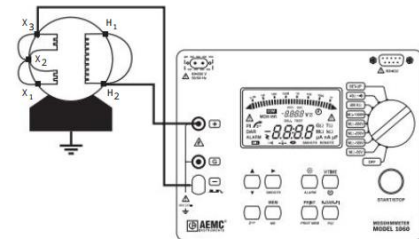
Máy biến áp 3 pha



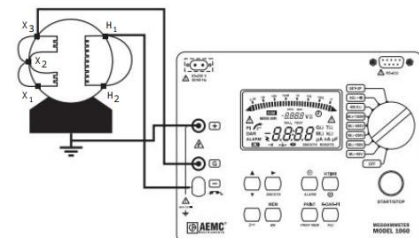
a. Cuộn dây điện áp cao cuộn dây điện áp thấp đến và đất



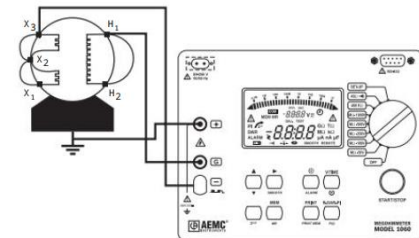
b. Cuộn dây điện áp thấp cuộn dây điện áp cao và mặt đất



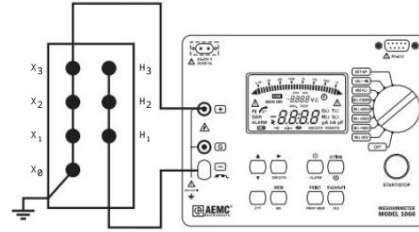
c. Cuộn dây điện áp cao cuộn dây điện áp thấp



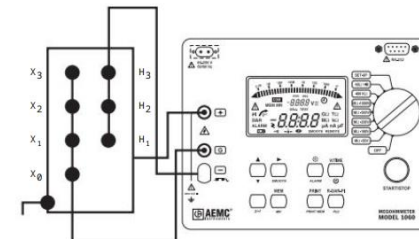
d. Cuộn dây điện áp cao xuống đất



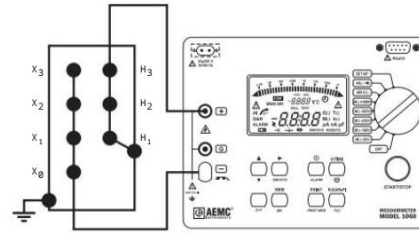
e. Cuộn dây điện áp thấp xuống đất



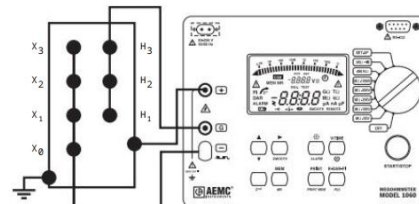
a. Cuộn dây điện áp cao cuộn dây điện áp thấp đến và đất



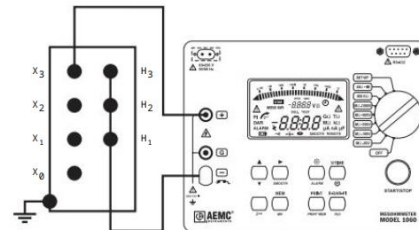
b. Cuộn dây điện áp cao tiếp đất mức thấp cuộn dây điện áp để bảo vệ



c. Cuộn dây điện áp cao cuộn dây điện áp thấp



d. Cuộn dây điện áp thấp mặt đất và cao cuộn dây điện áp để bảo vệ



e. Cuộn dây điện áp cao đến thấp cuộn dây điện áp

+ = Đầu cuối Trái đất
 - = Đường dây G = Trạm bảo vệ