

**FLUKE®**

# Điện trở nổi đất



**Nguyên lý, phương  
pháp kiểm tra và  
ứng dụng**

**CHẨN ĐOÁN**  
các vấn đề gián đoạn  
điện

**TRÁNH**  
thời gian dừng hoạt  
động không cần thiết

**TÌM HIỂU**  
các nguyên tắc an toàn  
về nổi đất



# Tại sao phải nối đất, tại sao phải kiểm tra?

## Tại sao phải nối đất?

Nối đất kém không chỉ góp phần làm gia tăng thời gian dừng hoạt động không cần thiết của máy móc mà việc không có một hệ thống nối đất chất lượng còn gây nguy hiểm và làm tăng nguy cơ hỏng thiết bị.

Khi không có hệ thống nối đất hiệu quả, chúng ta dễ bị điện giật, chưa nói đến việc lỗi thiết bị, các vấn đề về méo dạng sóng hài, hệ số công suất và một loạt các tình huống gián đoạn tiềm ẩn. Nếu các dòng sự cố không có đường nào để truyền xuống đất thông qua một hệ thống nối đất được thiết kế và bảo trì đúng cách thì chúng sẽ tìm các con đường khó lường trước được, có thể bao gồm con người. Các tổ chức sau đã đưa ra các khuyến nghị và/hoặc tiêu chuẩn nối đất để đảm bảo an toàn:

- OSHA (Cơ quan Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp)
- NFPA (Hiệp hội Phòng cháy Quốc gia)
- ANSI/ISA (Viện Tiêu chuẩn Quốc gia Hoa Kỳ và Viện Dụng cụ Hoa Kỳ)
- TIA (Hiệp hội Công nghiệp Viễn thông)
- IEC (Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế)
- CENELEC (Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Điện tử Châu Âu)
- IEEE (Viện Kỹ nghệ Điện và Điện tử)

Tuy nhiên, hệ thống nối đất hiệu quả không chỉ dành cho mục đích an toàn, mà còn để ngăn chặn hư hại đối với các thiết bị và nhà máy công nghiệp. Một hệ thống nối đất tốt sẽ nâng cao độ tin cậy của thiết bị và giảm thiểu nguy cơ hư hại do sét đánh hoặc dòng sự cố. Hòa loạn do điện tại nơi làm việc đã khiến các công ty mất đi hàng tỷ đô la mỗi năm. Việc này còn chưa tính đến các chi phí kiện tụng có liên quan và làm mất năng suất làm việc của cá nhân và doanh nghiệp.

## Tại sao phải kiểm tra hệ thống nối đất?

Qua thời gian, đất có tính ăn mòn với hàm lượng độ ẩm cao, hàm lượng muối cao và nhiệt độ cao có thể làm giảm chất lượng của các cọc nối đất và các điểm kết nối. Do đó, mặc dù khi mới lắp đặt, hệ thống nối đất có các giá trị điện trở nối đất thấp, nhưng điện trở của hệ thống nối đất này có thể tăng lên nếu các cọc nối đất bị ăn mòn.

Các thiết bị kiểm tra nối đất, như Kim đo điện trở nối đất Fluke 1630-2 FC, là những dụng cụ khắc phục sự cố không thể thiếu để duy trì thời gian hoạt động của máy móc. Khi các vấn đề về gián đoạn điện xảy ra, nguyên nhân có thể liên quan đến việc nối đất kém hoặc chất lượng nguồn điện kém.

Đó là lý do vì sao bạn nên kiểm tra mọi điểm nối đất và đường nối đất ít nhất một năm một lần như một phần trong chương trình bảo trì dự phòng bình thường của mình. Trong các lần kiểm tra định kỳ này, nếu số đo điện trở tăng trên 20% thì kỹ thuật viên nên điều tra nguồn gốc của vấn đề và khắc phục để làm giảm mức điện trở này, bằng cách thay thế hoặc bổ sung thêm các cọc nối đất vào hệ thống nối đất.

## Nối đất là gì và nó có chức năng gì?

Điều 100 trong Bộ luật quốc gia về điện (NEC) định nghĩa nối đất là: “một kết nối dẫn điện, cho dù có chủ định hay vô tình giữa một mạch điện hoặc thiết bị với đất, hoặc với một thành phần dẫn điện hoạt động thay cho đất”. Khi nói về nối đất, thực ra có hai chủ đề khác nhau: nối đất đến đất và nối đất thiết bị. Nối đất đến đất là một kết nối chủ định từ một dây dẫn trên mạch điện, thường là trung tính, đến điện cực nối đất đặt trong lòng đất. Nối đất thiết bị đảm bảo rằng thiết bị đang vận hành trong một cấu trúc được nối đất phù hợp. Hai hệ thống nối đất này bắt buộc phải tách riêng ngoại trừ điểm kết nối giữa hai hệ thống. Việc này ngăn chèn lệch điện áp tiềm ẩn từ một sự kiện phóng điện có thể xảy ra do sét đánh. Mục đích của nối đất, bên cạnh việc bảo vệ con người, nhà máy và trang thiết bị, là cung cấp một đường dẫn an toàn để phân tán các dòng sự cố, sét đánh, phóng điện tĩnh, tín hiệu EMI và RFI cũng như can nhiễu.

## Giá trị điện trở nối đất hiệu quả là bao nhiêu?

Có một sự nhầm lẫn khá phổ biến về điều gì tạo nên một đường nối đất tốt và giá trị điện trở nối đất cần là bao nhiêu. Giá trị điện trở nối đất lý tưởng là không ohm.

Không có ngưỡng điện trở nối đất tiêu chuẩn nào được tất cả các tổ chức thừa nhận. Tuy nhiên, NFPA và IEEE khuyến nghị giá trị điện trở nối đất nên ở mức dưới 5 ohm.

NEC nêu rằng: “Đảm bảo rằng trở kháng nối đất của hệ thống dưới 25 ohm theo quy định của NEC 250.56. Trong các nhà máy có các thiết bị nhạy cảm, giá trị này nên từ 5 ohm trở xuống.

Ngành viễn thông thường sử dụng 5 ohm trở xuống làm giá trị trong ngành để nối đất và liên kết.

Mục tiêu của điện trở nối đất là đạt được giá trị điện trở nối đất thấp nhất có thể, hiệu quả về mặt kinh tế và an toàn thể chất.



Tại sao phải kiểm tra? Đất có tính xói mòn.



Tại sao phải nối đất? Sét đánh.



Sử dụng Fluke 1625-2 để xác định tình trạng của các hệ thống nối đất của bạn.

## Mục lục

2

Tại sao phải nối đất?  
Tại sao phải kiểm tra?

4

Thông tin cơ bản về  
nối đất

6

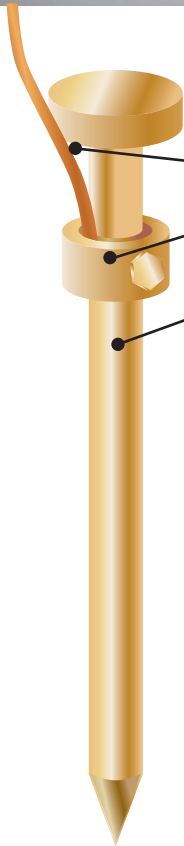
Các phương pháp  
kiểm tra nối đất

12

Do điện trở nối đất

# Thông tin cơ bản về nối đất

## Các thành phần của một điện cực nối đất

- 
- Dây nối đất
  - Điểm kết nối giữa dây nối đất và điện cực nối đất
  - Điện cực nối đất

## Vị trí của điện trở

### (a) Điện cực nối đất và điểm kết nối

Điện trở của điện cực nối đất và điểm kết nối của nó nhìn chung rất thấp. Các cọc nối đất thường làm bằng vật liệu có điện trở thấp/dẫn điện cao chẳng hạn như thép hoặc đồng.

### (b) Điện trở tiếp xúc của mặt đất xung quanh đến điện cực

Viện Tiêu chuẩn Quốc gia (một cơ quan chính phủ thuộc Sở Thương mại Hoa Kỳ) đã cho thấy điện trở này gần như không đáng kể miễn là điện cực nối đất không có lớp sơn, bôi dầu mỡ, v.v. và điện cực nối đất này được tiếp xúc tốt với đất.

### (c) Điện trở của thành phần quanh đất

Điện cực nối đất được trái đất bao quanh. Trái đất theo khái niệm do các lớp vỏ đồng tâm, có cùng độ dày tạo thành. Những lớp vỏ gần nhất với điện cực nối đất có khu vực nhỏ nhất gây ra mức điện trở lớn nhất. Mỗi lớp vỏ kế tiếp kết hợp với một khu vực lớn hơn gây ra điện trở thấp hơn. Điều này cuối cùng sẽ dẫn đến việc các lớp vỏ bổ sung cung cấp rất ít điện trở xuống đất xung quanh điện cực nối đất.

Như vậy, dựa vào thông tin này, chúng ta nên tập trung vào các cách làm giảm thiểu điện trở nối đất khi lắp đặt các hệ thống nối đất.

## Điều gì ảnh hưởng đến điện trở nối đất?

Trước tiên, bộ luật NEC (1987, 250-83-3) yêu cầu chiều dài tối thiểu của điện cực nối đất là 2,5 mét (8 feet) phải được tiếp xúc với đất. Tuy nhiên, có bốn biến số ảnh hưởng đến điện trở nối đất của một hệ thống nối đất:

1. Chiều dài/độ sâu của điện cực nối đất
2. Đường kính của điện cực nối đất
3. Số lượng điện cực nối đất
4. Thiết kế của hệ thống nối đất

### Chiều dài/độ sâu của điện cực nối đất

Một cách rất hiệu quả để giảm điện trở nối đất là chôn điện cực nối đất sâu hơn vào lòng đất. Trở suất của đất không nhất quán và có thể khó dự đoán được. Điều quan trọng khi lắp đặt điện cực nối đất là nó phải ở dưới đường đóng băng. Thực hiện việc này để điện trở đi vào đất sẽ không bị ảnh hưởng lớn bởi đất xung quanh vùng đóng băng.

Nhìn chung, gấp đôi chiều dài của điện cực nối đất có thể giảm mức điện trở thêm 40%. Cũng có những trường hợp khi mà điều kiện vật lý không cho phép chôn cọc nối đất sâu hơn - những khu vực đá, granite v.v. Trong trường hợp này, có thể thực hiện các biện pháp thay thế bao gồm nối đất bằng xi măng.

### Đường kính của điện cực nối đất

Tăng đường kính của điện cực nối đất ảnh hưởng rất ít đến việc giảm điện trở. Ví dụ: bạn có thể tăng gấp đôi đường kính của một điện cực nối đất, nhưng điện trở chỉ giảm khoảng 10%.

## Số lượng điện cực nối đất

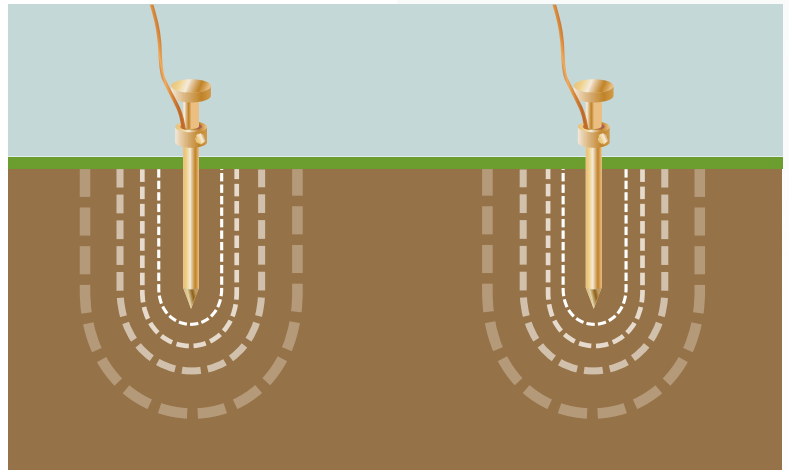
Một cách khác để giảm điện trở nối đất là sử dụng nhiều điện cực nối đất. Trong thiết kế này, nhiều hơn một điện cực được chôn vào lòng đất và kết nối song song nhằm làm giảm điện trở. Để các điện cực bổ sung phát huy hiệu quả, khoảng cách giữa các cọc bổ sung cần phải ít nhất bằng với độ sâu chôn cọc. Khoảng cách giữa các điện cực nối đất không thích hợp sẽ làm cho phạm vi ảnh hưởng của chúng giao nhau và không làm giảm điện trở.

Để hỗ trợ bạn lắp đặt cọc nối đất đáp ứng các nhu cầu điện trở cụ thể của mình, hãy sử dụng bảng điện trở nối đất dưới đây. Hãy nhớ rằng, bảng này chỉ dùng để tham khảo vì đất do các lớp tạo thành và hiếm khi đồng nhất. Do đó, giá trị điện trở sẽ khác nhau đáng kể.

## Thiết kế của hệ thống nối đất

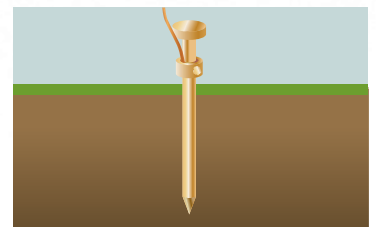
Các hệ thống nối đất đơn giản bao gồm một điện cực nối đất chôn vào lòng đất. Việc sử dụng một điện cực nối đất là hình thức nối đất phổ biến nhất và có thể thấy ngay bên ngoài nhà hoặc cơ quan làm việc của bạn. Các hệ thống nối đất phức tạp bao gồm nhiều cọc nối đất, kết nối với nhau, các mạng dạng lưới hoặc lưới ô, bản nối đất và vòng nối đất. Những hệ thống này thường được lắp đặt ở các trạm phát điện, văn phòng trung tâm hoặc trạm phát sóng di động.

Các mạng nối đất phức tạp làm tăng đáng kể số lượng tiếp xúc với đất xung quanh và làm giảm điện trở nối đất.

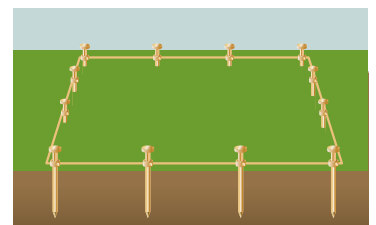


Mỗi điện cực nối đất đều có "phạm vi ảnh hưởng" riêng.

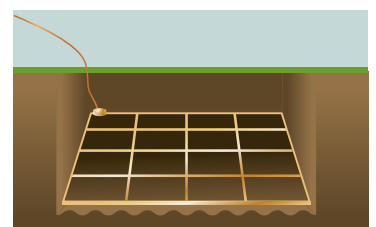
## Các hệ thống nối đất



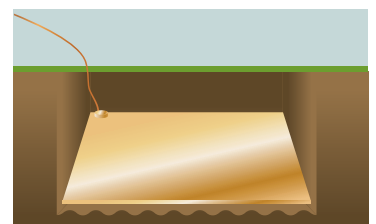
Một điện cực nối đất



Nhiều điện cực nối đất được kết nối



Mạng dạng lưới



Bản nối đất

Loại đất	Trở suất của đất $R_E$	Điện trở nối đất					
		Độ sâu của điện cực nối đất (mét)			Dài nối đất (mét)		
		$\Omega M$	3	6	10	5	10
Đất rất ẩm, như đầm lầy	30	10	5	3	12	6	3
Đất nông nghiệp, đất mùn và đất sét	100	33	17	10	40	20	10
Đất sét lẫn cát	150	50	25	15	60	30	15
Cát ẩm	300	66	33	20	80	40	20
Bê tông 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Sỏi ẩm	500	160	80	48	200	100	50
Cát khô	1000	330	165	100	400	200	100
Sỏi khô	1000	330	165	100	400	200	100
Đá nhỏ	30.000	1000	500	300	1200	600	300
Đá to	$10^7$	-	-	-	-	-	-

# Các phương pháp kiểm tra nối đất là gì?

Có bốn phương pháp kiểm tra nối đất:

- **Trở suất của đất** (dùng cọc)
- **Phép đo độ rơi điện áp** (dùng cọc)
- **Chọn lọc** (dùng 1 kim và cọc)
- **Không dùng cọc** (chỉ dùng kim)

## Đo trở suất của đất

### Tại sao phải đo trở suất của đất?

Trở suất của đất cần thiết nhất khi xác định thiết kế của hệ thống nối đất cho các thành phần lắp đặt mới (các ứng dụng nơi đất trống) nhằm đáp ứng các yêu cầu về điện trở nối đất của bạn. Lý tưởng nhất là bạn sẽ tìm một vị trí có điện trở thấp nhất có thể. Nhưng như chúng ta đã thảo luận phía trên, các điều kiện đất kém chất lượng có thể được khắc phục bằng các hệ thống nối đất phức tạp hơn.

Các thành phần của đất, độ ẩm và nhiệt độ, tất cả đều ảnh hưởng đến trở suất của đất. Đất hiếm khi đồng nhất và trở suất của đất khác nhau theo khu vực địa lý và tại các độ sâu khác nhau. Độ ẩm thay đổi theo mùa, khác nhau theo bản chất của các lớp phụ của trái đất và độ sâu của mực nước cố định. Do đất và nước nhìn chung ổn định hơn ở tầng sâu hơn, nên bạn nên chôn các cọc nối đất càng sâu vào đất càng tốt, sâu đến mực nước nếu có thể. Ngoài ra, nên lắp đặt các cọc nối đất tại vị trí có nhiệt độ ổn định, ví dụ: bên dưới đường đóng băng.

Để hoạt động hiệu quả, nên thiết kế một hệ thống nối đất chịu được các điều kiện tồi tệ nhất có thể.

## Cách tính toán trở suất của đất?

Quy trình đo trở suất đất dưới đây sử dụng phương pháp Wenner được chấp nhận rộng rãi do Giáo sư Frank Wenner thuộc Cục Tiêu chuẩn Hoa Kỳ phát triển vào năm 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.)

### Công thức tính trở suất của đất như sau:

$$\rho = 2 \pi A R$$

( $\rho$  = trở suất đất trung bình đến độ sâu A tính bằng ohm—cm)

$$\pi = 3,1416$$

A = khoảng cách giữa các điện cực tính bằng cm

R = số đo điện trở tính bằng ohm bằng dụng cụ kiểm tra

**Lưu ý:** Chia ohm—centimet cho 100 để chuyển sang giá trị ohm—mét. Hãy chú ý đến các đơn vị của bạn.

**Ví dụ:** Bạn quyết định lắp các cọc nối đất dài 3 mét trong hệ thống nối đất của mình. Để đo trở suất của đất ở độ sâu 3 mét, chúng ta đã thảo luận rằng khoảng cách giữa các điện cực kiểm tra là 9 mét.

Để đo trở suất của đất, hãy dùng thiết bị Fluke 1625-2 và đọc giá trị điện trở tính bằng ohm. Trong trường hợp này, hãy giả sử số đọc điện trở là 100 ohm. Như vậy, trong trường hợp này chúng ta biết được:

$$A = 9 \text{ mét và}$$

$$R = 100 \text{ ohm}$$

Vậy, trở suất của đất bằng:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$\rho = 2 \times 3,1416 \times 9 \text{ mét} \times 100 \text{ ohm}$$

$$\rho = 5655 \Omega\text{m}$$

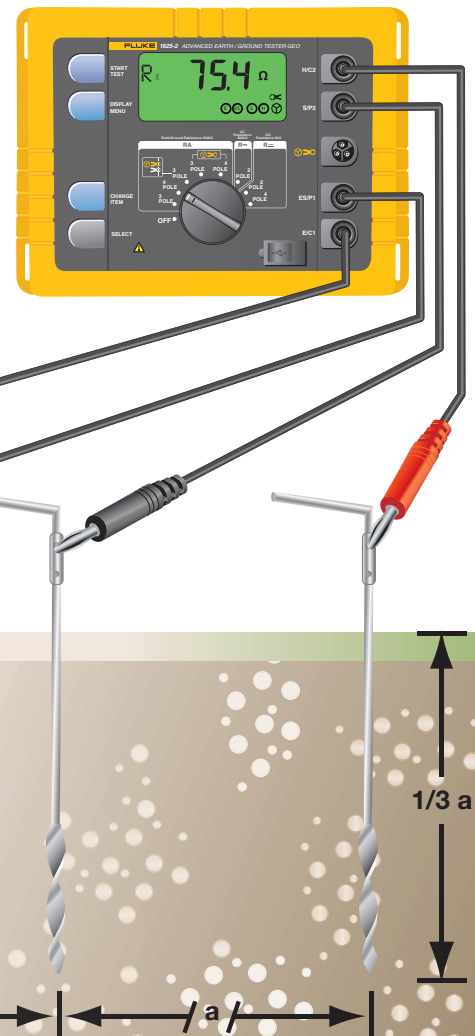
## Cách đo điện trở đất?

Để kiểm tra trở suất của đất, hãy kết nối thiết bị kiểm tra nối đất theo hình minh họa dưới đây.

Như bạn có thể thấy, bốn cọc nối đất được chôn bên trong lòng đất theo một đường thẳng, cách đều nhau. Khoảng cách giữa các cọc nối đất phải gấp ít nhất 3 lần độ sâu của cọc. Như vậy, nếu độ sâu của mỗi cọc nối đất là một foot (30 centimet), thì hãy đảm bảo rằng khoảng cách giữa các cọc lớn hơn 3 feet (91 centimet). Thiết bị Fluke 1625-2 tạo một dòng điện xác định qua hai cọc nối đất bên ngoài và đo mức sụt điện áp tiềm ẩn giữa hai cọc nối đất bên trong. Theo Định luật Ohm ( $V = IR$ ), thiết bị kiểm tra của Fluke tự động tính toán giá trị điện trở của đất.

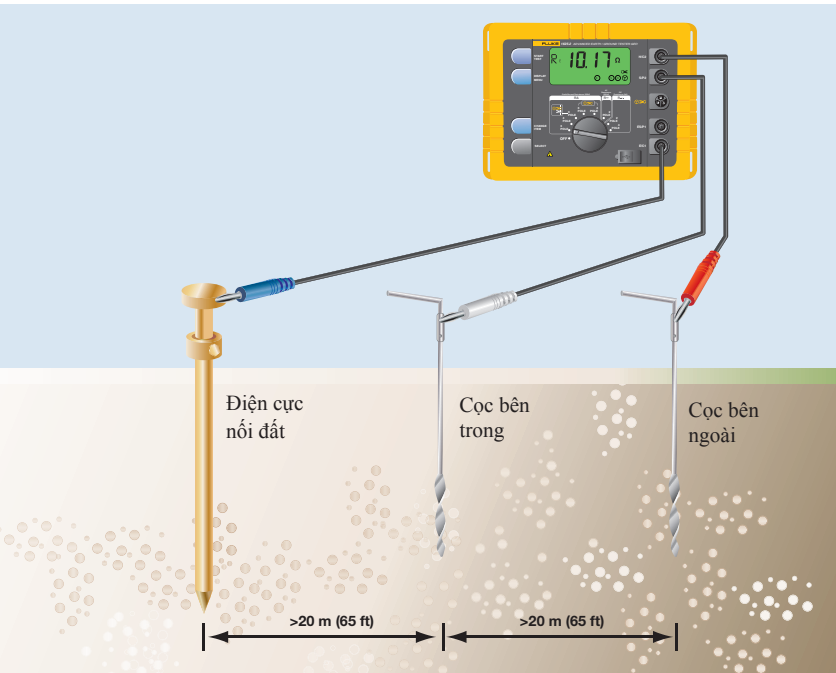
Do các kết quả đo thường bị các mảnh kim loại dưới đất, mạch nước ngầm, v.v. làm thay đổi và vô hiệu nên việc thực hiện các phép đo bổ sung với trục của cọc nối đất quay 90 độ luôn được khuyến nghị. Bằng việc thay đổi độ sâu và khoảng cách vài lần, hồ sơ phép đo tạo ra có thể xác định một hệ thống điện trở nối đất phù hợp.

Các phép đo trở suất của đất thường bị hỏng bởi sự tồn tại của các dòng điện nối đất (dòng rò) và sóng hài của chúng. Để ngăn việc này xảy ra, thiết bị Fluke 1625-2 sử dụng một Hệ thống Kiểm soát Tần số Tự động (AFC). Hệ thống này sẽ tự động chọn tần số kiểm tra với độ nhiễu tối thiểu, cho phép bạn có được số đọc rõ ràng và chính xác hơn.



Thiết lập kiểm tra trở suất của đất bằng Fluke 1623-2 hoặc 1625-2.

# Các phương pháp kiểm tra nối đất là gì?



## Phép đo độ rơi điện áp

Phương pháp kiểm tra sụt thế dùng để đo khả năng phân tán năng lượng khỏi một điểm của một hệ thống nối đất hoặc một điện cực riêng biệt.

## Cách hoạt động của phương pháp kiểm tra điện áp rơi?

Trước tiên, phải ngắt kết nối điện cực nối đất cần đo khỏi điểm kết nối của nó với hệ thống Thứ hai, kết nối thiết bị kiểm tra với điện cực nối đất đó. Sau đó, để kiểm tra sụt thế 3 cực, chôn hai cọc nối đất vào sâu trong đất theo một đường thẳng - cách xa điện cực nối đất. Thông thường, khoảng cách 20 mét (65 feet) là đủ. Để biết thêm chi tiết về cách chôn các cọc nối đất, hãy xem phần tiếp theo.

Thiết bị Fluke 1625-2 sẽ tạo một dòng điện xác định giữa cọc bên ngoài (cọc nối đất phụ) và điện cực nối đất, trong khi đo mức sụt điện áp tiềm giữa cọc nối đất bên trong và điện cực nối đất. Theo định luật Ohm ( $V = IR$ ), thiết bị kiểm tra sẽ tự động tính toán điện trở của điện cực nối đất.

Kết nối thiết bị kiểm tra nối đất như trong hình minh họa. Nhấn START (bắt đầu) và đọc giá trị  $R_E$  (điện trở). Đây là giá trị thực của điện cực nối đất được kiểm tra. Nếu điện cực nối đất này ở vị trí song song hoặc nối tiếp với các cọc nối đất khác, thì giá trị  $R_E$  là tổng giá trị của tất cả các điện trở.

## Cách đặt các cọc nối đất?

Để đạt được độ chính xác cao nhất khi thực hiện kiểm tra điện trở nối đất 3 cực, cần phải đặt đầu dò bên ngoài phạm vi ảnh hưởng của điện cực nối đất được kiểm tra và cọc nối đất phụ.

Nếu đầu dò không nằm bên ngoài phạm vi ảnh hưởng, thì các khu vực có hiệu quả của điện trở sẽ chồng lấp và làm vô hiệu bất kỳ phép đo nào mà bạn đang thực hiện. Bảng dưới đây là hướng dẫn để thiết lập chính xác đầu dò (cọc bên trong) và đường nối đất phụ (cọc bên ngoài).

Để kiểm tra độ chính xác của các kết quả và đảm bảo rằng các cọc nối đất nằm bên ngoài phạm vi ảnh hưởng, hãy chôn lại cọc bên trong (đầu dò) sâu 1 mét (3 feet) theo cả hai hướng và thực hiện đo lại. Nếu số đọc thay đổi đáng kể (30%), thì bạn cần tăng khoảng cách giữa cọc nối đất được kiểm tra, cọc bên trong (đầu dò) và cọc bên ngoài (cọc nối đất phụ) cho đến khi giá trị đo giữ nguyên tương đối khi đặt lại cọc bên trong (đầu dò).

Độ sâu của điện cực nối đất	Khoảng cách đến cọc bên trong	Khoảng cách đến cọc bên ngoài
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m



## Đo chọn lọc

Kiểm tra chọn lọc rất giống với kiểm tra điện áp rơi, với cùng tất cả các phép đo nhưng theo cách an toàn và dễ dàng hơn rất nhiều. Việc này là do với cách kiểm tra Chọn lọc, điện cực nối đất cần kiểm tra không cần phải ngắt kết nối khỏi điểm kết nối với hệ thống Kỹ thuật viên không phải gây ra nguy hiểm cho chính mình khi ngắt nối đất hoặc gây nguy hiểm cho người khác hoặc thiết bị điện bên trong hệ thống chưa được nối đất.

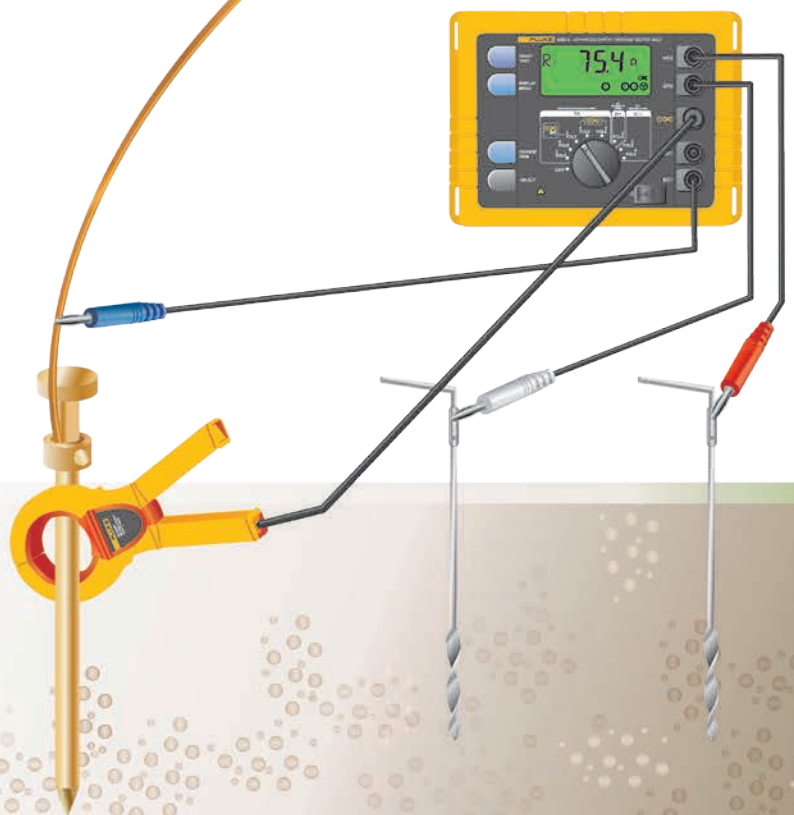
Cũng giống như kiểm tra ĐIỆN ÁP RƠI, hai cọc nối đất được chôn bên trong lòng đất theo một đường thẳng, cách xa khỏi điện cực nối đất. Thông thường, khoảng cách 20 met (65 feet) là đủ. Sau đó kết nối thiết bị kiểm tra với điện cực nối đất cần đo, với lợi thế không cần ngắt kết nối khỏi điểm kết nối đó khỏi địa điểm. Thay vào đó, cặp một chiếc kim đặc biệt vào điện cực nối đất, loại bỏ các tác động của điện trở song song trong một hệ thống đã nối đất, do đó chỉ điện cực nối đất cần đo mới được đo.

Cũng giống như trên, Fluke 1625-2 sẽ tạo một dòng điện xác định giữa cọc bên ngoài (cọc nối đất phụ) và điện cực nối đất, trong khi đo mức sụt điện áp tiềm ẩn giữa cọc nối đất bên trong và điện cực nối đất. Chỉ dòng điện chạy qua điện cực nối đất cần đo mới được đo bằng kim. Dòng điện được tạo cũng sẽ chạy qua các điện trở song song khác, nhưng chỉ dòng điện chạy qua kim (tức là dòng điện chạy qua điện cực nối đất cần đo) mới được dùng để tính toán điện trở ( $V = IR$ ).

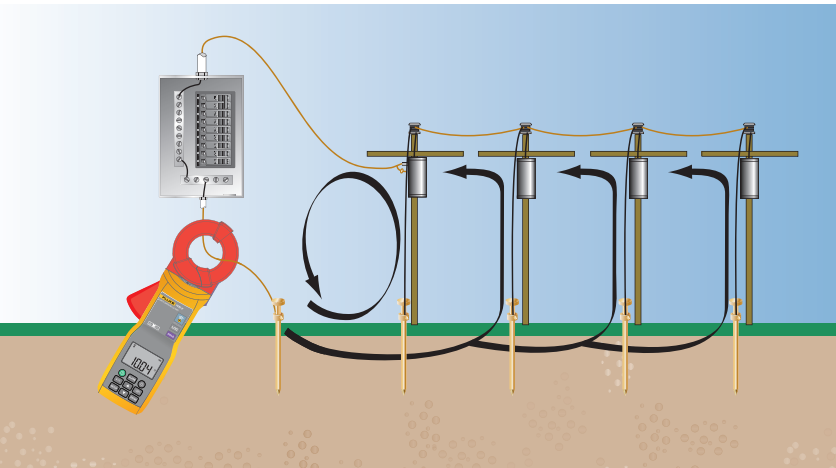
Nếu cần phải đo tổng điện trở của cả hệ thống nối đất, thì phải đo mỗi điện trở của điện cực nối đất bằng cách cặp kim vào từng điện cực nối đất riêng lẻ. Sau đó tính toán để xác định tổng điện trở của cả hệ thống nối đất.

Khi kiểm tra từng điện trở của điện cực nối đất trong các cột tháp đường dây tải điện cao thế có dây nối đất hoặc dây tĩnh điện ở trên cao, cần phải ngắt kết nối những đường dây này. Nếu một cột tháp có nhiều hơn một đường nối đất ở chân thì cần phải ngắt kết nối lần lượt những đường này và kiểm tra. Tuy nhiên, thiết bị Fluke 1625-2 có một phụ kiện tùy chọn, kim biến dòng với đường kính 320 mm (12,7 in), có thể đo từng điện trở của mỗi chân, mà không phải ngắt kết nối bất kỳ dây nối đất hoặc dây nối đất/tĩnh điện trên cao nào.

Kết nối thiết bị kiểm tra nối đất theo minh họa. Nhấn vào START (Bắt đầu) và đọc giá trị  $R_E$ . Đây là giá trị điện trở thực tế của điện cực nối đất được kiểm tra.



# Các phương pháp kiểm tra nối đất là gì?



Kiểm tra các đường dẫn dòng điện trong phương pháp không dùng cọc bằng Kim đo điện trở nối đất Fluke 1630-2 FC.

## Đo không dùng cọc

Kim đo điện trở nối đất Fluke 1630-2 FC có thể đo điện trở nối đất mạch vòng cho các hệ thống nối đất đa điểm bằng phương pháp kiểm tra không dùng cọc. Kỹ thuật kiểm tra này loại bỏ mọi nguy hiểm và thời gian tiêu tốn của việc ngắt kết nối các đường nối đất song song cũng như quá trình tìm vị trí thích hợp cho các cọc nối đất bổ sung. Bạn cũng có thể thực hiện kiểm tra nối đất tại các vị trí mà bạn chưa bao giờ cân nhắc trước đây: bên trong các tòa nhà, trên các cột điện hoặc bất kỳ nơi đâu mà bạn không thể nối đất được.

Với phương pháp kiểm tra này, kim đo điện trở nối đất được kẹp vào cọc nối đất hoặc cáp kết nối. Các cọc nối đất hoàn toàn không được sử dụng. Một bên của má kim tạo điện áp xác định và bên kia do dòng điện. Kim đo tự động xác định điện trở đất mạch vòng tại cọc nối đất này. Kỹ thuật này đặc biệt hữu ích cho các hệ thống nối đất đa điểm thường thấy ở các cơ sở thương mại hoặc công nghiệp. Nếu chỉ có một đường nối đất, giống như trường hợp các khu dân cư, thì phương pháp không dùng cọc sẽ không cung cấp giá trị chính xác và do đó cần phải sử dụng phương pháp kiểm tra sụt thế.

Fluke 1630-2 FC hoạt động trên nguyên tắc theo đó trong các hệ thống nối đất đa điểm/song song thì điện trở thuần của tất cả các đường nối đất sẽ cực kỳ thấp khi so sánh với bất kỳ đường nối đơn nào (đường nối được kiểm tra). Như vậy, điện trở thuần của tất cả các điện trở của đường nối trở về song song sẽ gần bằng không. Phép đo không dùng cọc chỉ đo các điện trở của cọc nối đất riêng lẻ song song với các hệ thống nối đất. Nếu hệ thống nối đất không song song với mặt đất thì bạn sẽ có một mạch hở hoặc sẽ đo điện trở nối đất mạch vòng.



Thiết lập cho phương pháp không dùng cọc bằng 1630-2 FC.

## Đo trở kháng nối đất

Khi cố gắng tính toán các dòng đoản mạch tiềm ẩn trong các nhà máy điện và các tình huống dòng điện/điện áp cao thể khác, việc xác định trở kháng nối đất phức tạp là điều quan trọng vì trở kháng do các thành phần cảm ứng và điện dung tạo thành. Do cảm ứng và điện trở xuất được xác định trong hầu hết các trường hợp, nên có thể tính giá trị trở kháng bằng một công thức tính toán phức tạp.

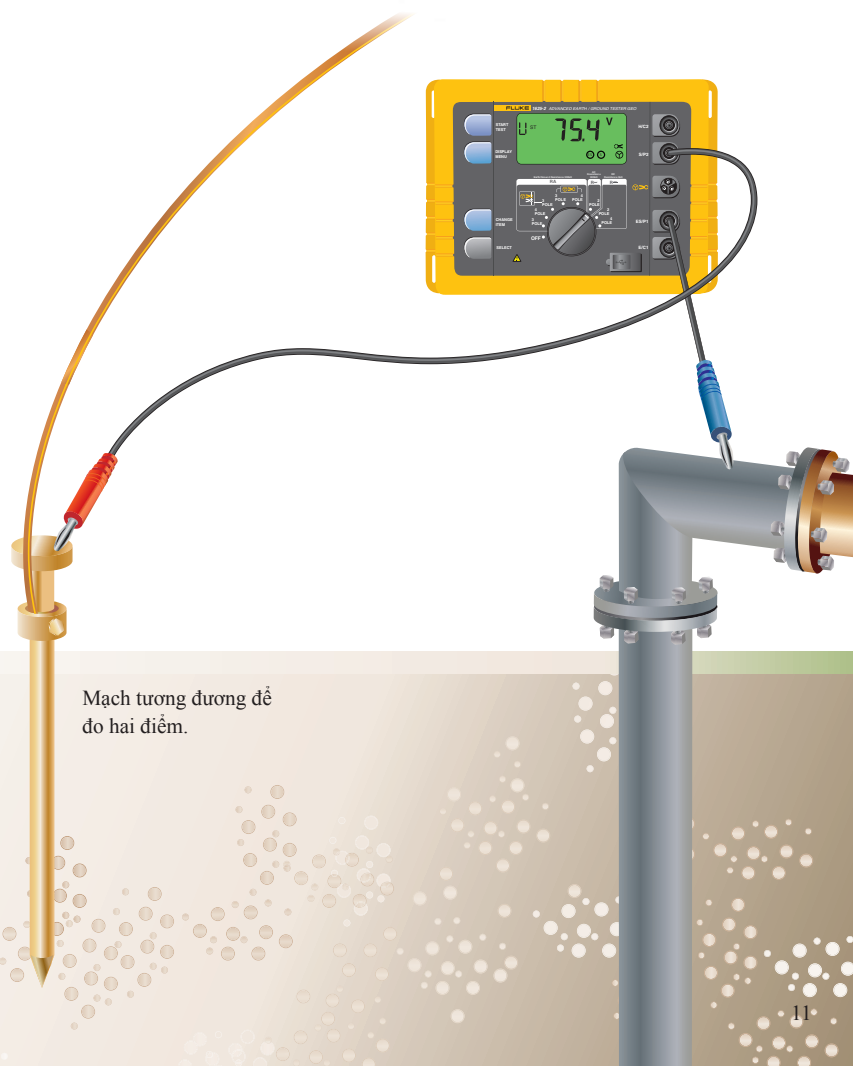
Vì trở kháng phụ thuộc vào tần số, nên thiết bị Fluke 1625-2 sử dụng một tín hiệu 55 Hz để việc tính toán này giống với tần số điện áp vận hành nhất có thể. Việc này để đảm bảo rằng phép đo gần với giá trị tần số vận hành thực. Sử dụng tính năng này của Fluke 1625-2, việc đo trực tiếp và chính xác trở kháng nối đất là điều hoàn toàn có thể thực hiện.

Kỹ thuật viên các nhà máy điện, kiểm tra các đường truyền tải cao áp, quan tâm đến hai điều: điện trở nối đất trong trường hợp sét đánh và trở kháng của toàn bộ hệ thống trong trường hợp xảy ra đoản mạch ở một điểm cụ thể trong đường điện. Trong trường hợp này, đoản mạch có nghĩa là một đường dây đang hoạt động bị lỏng và chạm vào lưới kim loại của một cột tháp.

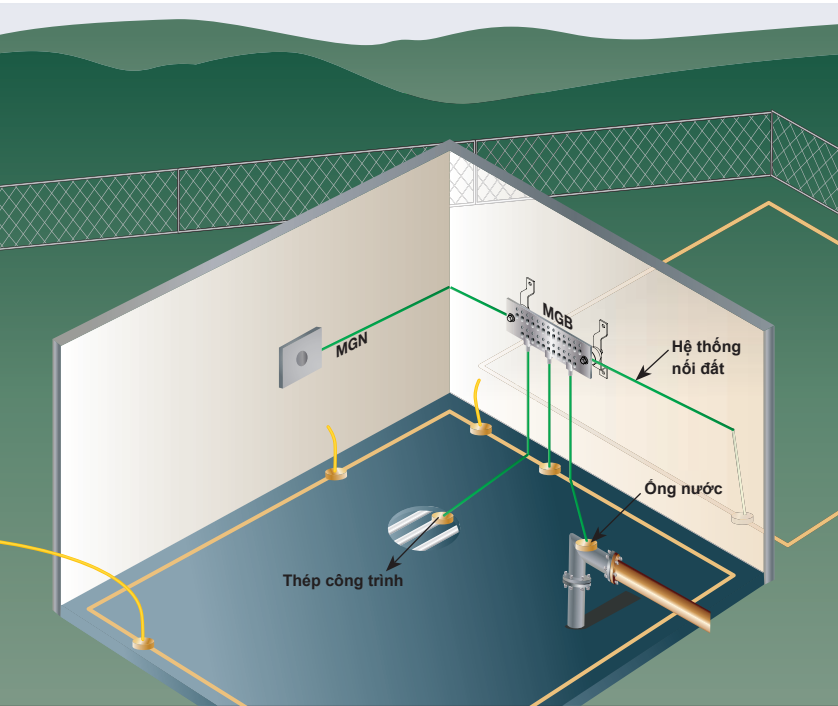
## Điện trở nối đất hai cực

Trong các tình huống mà việc chôn các cọc nối đất là không thực tế hoặc không thể, thì thiết bị kiểm tra Fluke 1623-2 và 1625-2 cho phép bạn thực hiện đo thông mạch/điện trở nối đất hai cực, như minh họa bên dưới.

Để thực hiện kiểm tra này, kỹ thuật viên phải tiếp cận được một đường nối đất tốt, đã xác định, chẳng hạn như một ống nước hoàn toàn bằng kim loại. Ống nước phải đủ dài và bằng kim loại toàn bộ mà không có bất kỳ khớp nối hoặc mặt bích cách điện nào. Không giống như nhiều máy kiểm tra khác, Fluke 1623-2 và 1625-2 thực hiện kiểm tra với dòng điện tương đối cao (dòng đoản mạch > 250 mA), đảm bảo các kết quả luôn ổn định.



# Đo điện trở nối đất



Bố trí của một văn phòng trung tâm điển hình.

## Tại các văn phòng trung tâm

Khi thực hiện kiểm tra nối đất của một văn phòng trung tâm, cần phải thực hiện ba phép đo khác nhau.

Trước khi kiểm tra, hãy xác định vị trí của MGB (Thanh nối đất chính) trong văn phòng trung tâm đó để xác định kiểu hệ thống nối đất hiện tại. Như minh họa trên trang này, MGB sẽ có các dây nối đất kết nối với:

- MGN (Trung tính nối đất đa điểm) hoặc phần điện đầu vào,
- hệ thống nối đất,
- ống nước và
- thép cấu trúc hoặc công trình

Trước tiên, tiến hành kiểm tra không dùng cọc trên tất cả các đường nối đất riêng lẻ tách rời của MGB. Mục đích là để đảm bảo rằng tất cả các đường nối đất đều được kết nối, đặc biệt là MGN Điều quan trọng cần lưu ý đó là bạn không đo từng điện trở mà đang đo điện trở mạch vòng của đối tượng cặp kim. Như minh họa trong Hình 1, kết nối Fluke 1625-2 hoặc 1623-2 và cả kim cảm ứng và cảm biến bằng cách cặp vào mỗi kết nối để đo điện trở mạch vòng của MGN, hệ thống nối đất, ống nước và thép công trình.

Thứ hai, thực hiện kiểm tra SUT THỂ ba cực của toàn bộ hệ thống nối đất, kết nối với MGB như minh họa trong Hình 2. Để đến được điểm nối đất từ xa, rất nhiều công ty viễn thông tận dụng các bộ dây cáp không dùng đến kéo dài đến một dặm. Ghi lại số đo và lặp lại kiểm tra này ít nhất một năm một lần.

Thứ ba, đo từng điện trở của hệ thống nối đất bằng phương pháp kiểm tra chọn lọc của thiết bị Fluke 1625-2 hoặc 1623-2. Kết nối thiết bị kiểm tra Fluke, như minh họa trong Hình 3. Đo điện trở của MGN; giá trị đo là điện trở của nhánh MGB cụ thể đó. Sau đó đo hệ thống nối đất. Số đọc này là giá trị điện trở thực tế của hệ thống nối đất của văn phòng trung tâm. Bây giờ, hãy chuyển sang ống nước, sau đó lặp lại quy trình để đo điện trở của thép công trình. Bạn có thể dễ dàng xác minh độ chính xác của các phép đo này thông qua định luật Ohm. Điện trở của từng chân, khi được đo, phải bằng với điện trở của toàn bộ hệ thống đã cho (cho phép có lỗi hợp lý vì không phải tất cả mọi thành phần nối đất đều được đo).

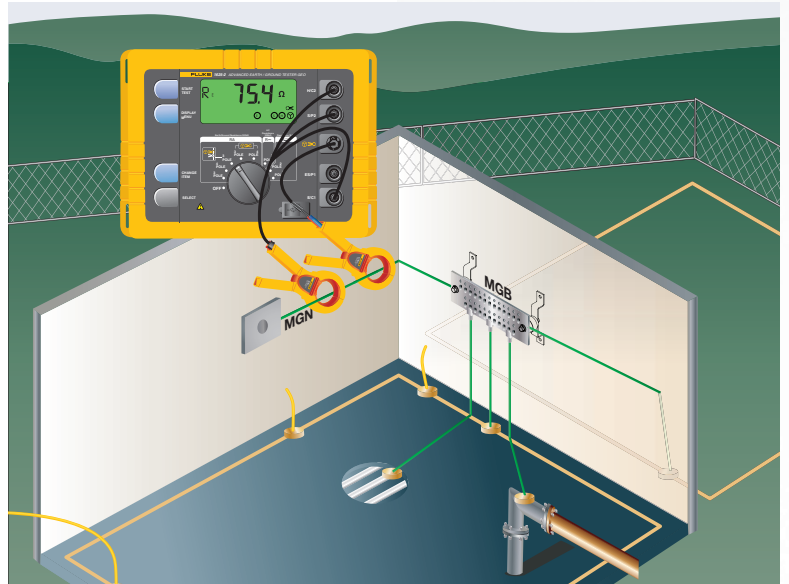
Những phương pháp kiểm tra này cung cấp phép đo chính xác nhất đối với một văn phòng trung tâm, vì nó cung cấp giá trị của từng điện trở và hoạt động thực tế của các điện trở này trong một hệ thống nối đất. Mặc dù giá trị đo là chính xác, nhưng những phép đo này không cho biết cách hoạt động của hệ thống dưới dạng một mạng như thế nào, vì trong trường hợp xảy ra sét đánh hoặc dòng sự cố, mọi thứ đều được kết nối.

**Để chứng minh điều này, bạn cần thực hiện một số phép kiểm tra bổ sung trên từng điện trở.**

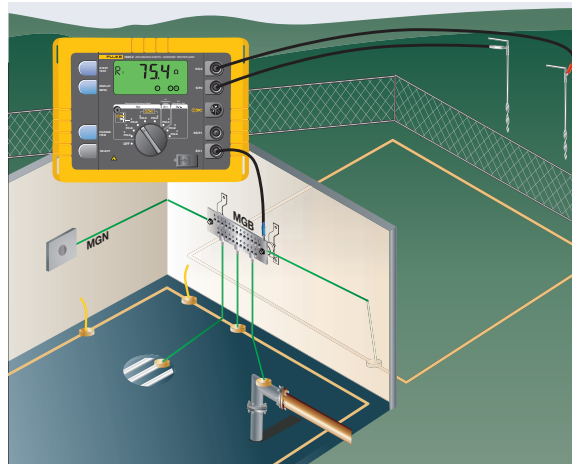
Trước tiên, thực hiện kiểm tra SỤT THỂ ba cực ở mỗi chân rời của MGB và ghi lại mỗi số đo. Theo định luật Ohm, những số đo này phải bằng điện trở của toàn bộ hệ thống. Từ các phép tính, bạn sẽ thấy rằng, bạn chênh lệch so với giá trị  $R_E$  tổng từ 20% đến 30%.

Cuối cùng, đo điện trở của nhiều chân của MGB bằng phương pháp CHỌN LỌC KHÔNG DÙNG CỌC. Phương pháp này hoạt động giống như phương pháp KHÔNG DÙNG CỌC, nhưng khác ở chỗ chúng ta sử dụng hai kim riêng biệt. Khi cặp kim điện áp cảm ứng vào cặp dẫn đến MGB, và do MGB được kết nối với điện đầu vào song song với hệ thống nối đất, nên chúng ta đã đạt được yêu cầu đó. Dùng kim cảm biến và cặp vào cặp nối đất dẫn đến hệ thống nối đất. Khi chúng ta đo điện trở, đây là giá trị điện trở thực tế của hệ thống nối đất và đường dẫn song song của MGB. Và theo định luật Ohm, giá trị này rất thấp nên nó không có ảnh hưởng thực sự nào đối với số đo. Quy trình này có thể lặp lại cho các chân khác của thanh nối đất, tức là ống nước và thép kết cấu.

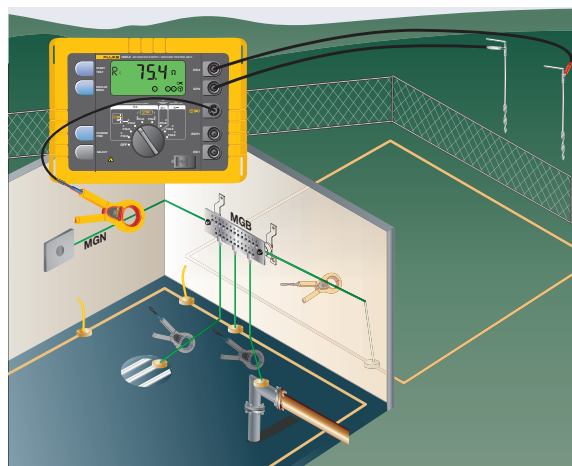
Để đo MGB bằng phương pháp KHÔNG DÙNG CỌC CHỌN LỌC, hãy cặp kim điện áp cảm ứng vào đường dẫn đến ống nước (do ống nước bằng đồng có điện trở rất thấp) và số đo sẽ là điện trở cho riêng MGN đó.



Hình 1: Kiểm tra không dùng cọc tại một văn phòng trung tâm.

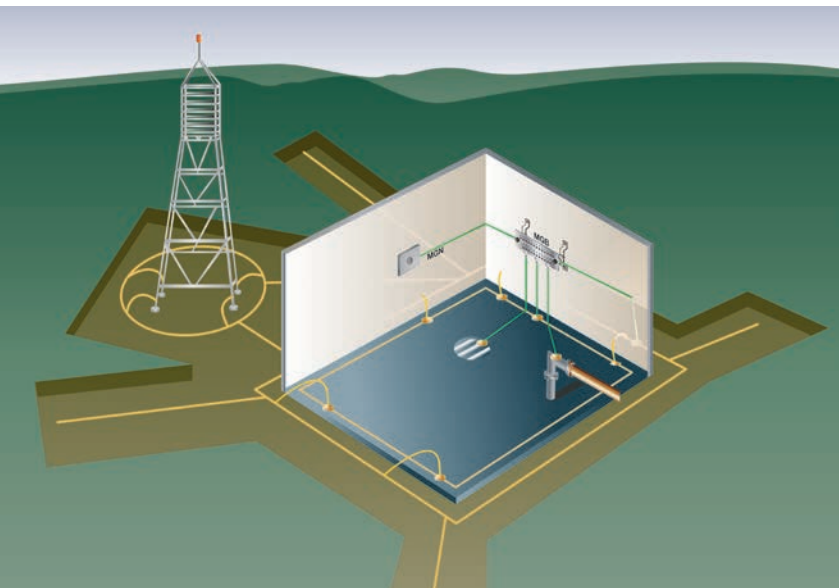


Hình 2: Thực hiện kiểm tra sụt thế 3 cực của toàn bộ hệ thống nối đất.



Hình 3: Đo từng điện trở của hệ thống nối đất bằng phương pháp kiểm tra chọn lọc.

# Các ứng dụng điện trở nối đất khác



Thiết lập điện hình khi lắp đặt trạm phát sóng di động.

## Các điểm ứng dụng

Có bốn ứng dụng cụ thể khác mà bạn có thể sử dụng Fluke 1625-2 để đo khả năng của hệ thống nối đất.

### Trạm phát sóng/cột tháp phát thanh và truyền dẫn vi ba

Hầu hết các địa điểm đều có một cột tháp có 4 chân, với mỗi chân được nối đất riêng biệt. Những đường nối đất này sau đó được kết nối với một cáp đồng. Cạnh tháp là một tòa nhà của trạm gốc, chứa tất cả các thiết bị truyền dẫn. Bên trong tòa nhà này, có một đường nối đất vòng và một MGB trong đó nối đất vòng được kết nối với MGB. Tòa nhà của trạm gốc được nối đất ở tất cả bốn góc, kết nối đến MGB qua một cáp đồng và 4 góc này cũng được liên kết với nhau qua một cáp đồng. Ngoài ra, còn có một kết nối giữa vòng nối đất của tòa nhà với vòng nối đất của cột tháp.

### Trạm biến áp điện

Một trạm biến áp là một trạm con trong một hệ thống truyền tải và phân phối trong đó điện áp thường được truyền từ một giá trị cao đến giá trị thấp. Một trạm biến áp điển hình sẽ bao gồm các kết cấu đầu cuối của đường dây, thiết bị đóng cắt điện cao áp, một hoặc nhiều bộ biến áp điện, thiết bị đóng cắt điện áp thấp, bảo vệ chống quá điện áp, các thiết bị kiểm soát và đo lường.

### Các điểm chuyển đổi từ xa

Các điểm chuyển đổi từ xa là các điểm mà các bộ tập trung đường dây kỹ thuật số và các thiết bị viễn thông khác vận hành. Điểm từ xa này thường được nối đất tại hai đầu của tủ điện, sau đó kết nối một loạt các cọc nối đất xung quanh tủ điện bằng dây đồng.

### Chống sét tại các điểm thương mại/công nghiệp

Hầu hết các hệ thống bảo vệ chống dòng sự cố do sét đánh đều tuân theo thiết kế nối đất tất cả bốn góc của tòa nhà và những đường nối đất này thường được kết nối với nhau thông qua một cáp đồng. Tùy vào kích thước của tòa nhà và giá trị điện trở được thiết kế để đạt được, số cọc nối đất sẽ khác nhau.

## Các kiểm tra đề xuất

Người dùng cuối bắt buộc phải thực hiện ba kiểm tra giống nhau tại mỗi ứng dụng: ĐO KHÔNG DÙNG CQC, đo SỤT THỂ ba cực và đo CHỌN LỌC.

### Đo không dùng cọc

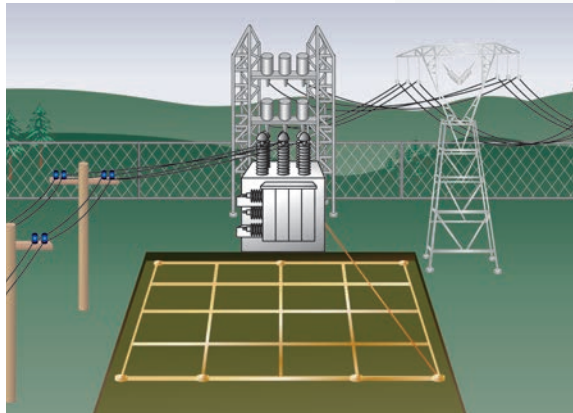
Trước tiên, hãy thực hiện đo không dùng cọc trên:

- Tầng chân của cột tháp và bốn góc của tòa nhà (**cột tháp/trạm gốc**)
- Tất cả các điểm kết nối nối đất (**trạm biến áp điện**)
- Các đường dây chạy đến điểm từ xa (**chuyển đổi từ xa**)
- Các cọc nối đất của tòa nhà (**chống sét**)

Đối với tất cả các ứng dụng, đây không phải là phép đo điện trở nối đất thực vì là nối đất mạng. Về mặt cơ bản, đây là kiểm tra thông mạch để xác minh rằng địa điểm đã được nối đất, rằng chúng ta có một kết nối điện và rằng hệ thống này có thể truyền dòng.

### Đo SỤT THỂ 3 cực

Thứ hai, chúng ta đo điện trở của toàn bộ hệ thống thông qua phương pháp sụt thế 3 cực. Hãy nhớ các quy tắc thiết lập cọc. Phép đo này nên được ghi lại và thực hiện ít nhất hai lần một năm. Phép đo này là giá trị điện trở của toàn bộ địa điểm.

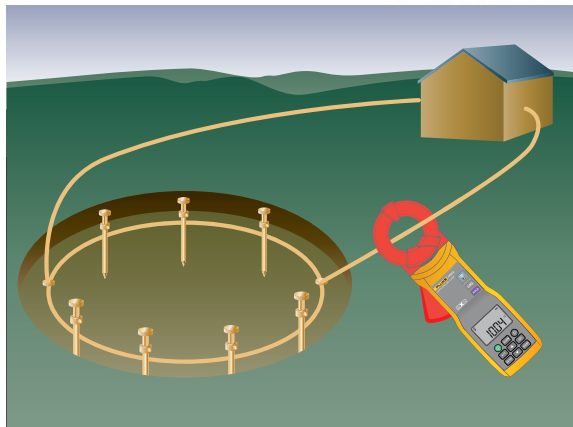


Thiết lập diễn hình tại một trạm biến áp điện.

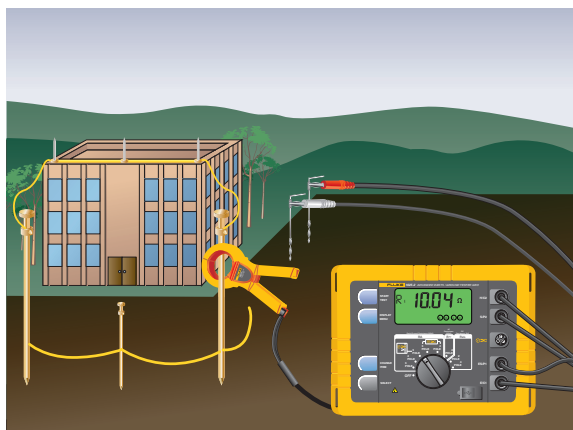
### Đo chọn lọc

Cuối cùng, chúng ta đo từng đường nối đất bằng phương pháp kiểm tra chọn lọc. Việc này sẽ xác minh tính toàn vẹn của từng đường nối đất, các điểm kết nối của chúng và xác định xem liệu hệ thống nối đất này có thống nhất từ đầu đến cuối không. Nếu bất kỳ số đo nào có mức biến thiên lớn hơn so với các giá trị còn lại, thì cần xác định lý do cho điều đó. Nên đo điện trở trên:

- Mỗi chân của trạm và toàn bộ bốn góc của tòa nhà (cột tháp/trạm gốc)
- Từng cọc nối đất và các điểm kết nối của chúng (trạm biến áp điện)
- Cả hai phía của điểm từ xa (chuyển đổi từ xa)
- Tất cả bốn góc của tòa nhà (chống sét)



Thực hiện kiểm tra không dùng cọc tại một điểm chuyển đổi từ xa.



Thực hiện kiểm tra chọn lọc trên một hệ thống chống sét.

# Các sản phẩm đo điện trở nổi đất



Máy đo điện trở nổi đất Fluke 1625-2 nâng cao



Máy đo điện trở đất GEO Cơ bản Fluke 1623-2



Kim đo điện trở nổi đất Fluke 1630-2 FC

## Đòng sản phẩm máy đo hoàn chỉnh

Fluke 1623-2 và 1625-2 là các máy đo điện trở nổi đất đặc biệt có thể thực hiện cả bốn kiểu đo điện trở đất.

### Các tính năng nâng cao của Fluke 1625-2 bao gồm:

- Tự động kiểm soát tần số (AFC)—xác định nhiễu hiện có và chọn tần số đo để giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu, cung cấp giá trị điện trở đất chính xác hơn
- Đo R\*—tính trở kháng nổi đất ở 55 Hz để phản ánh chính xác hơn điện trở nổi đất khi có hiện tượng chạm đất
- Giới hạn có thể điều chỉnh được—để kiểm tra nhanh hơn

### Các tính năng nâng cao của Fluke 1630-2 FC bao gồm:

- Kiểm tra không dùng cọc bằng một kim
- Ghi dữ liệu số đo—Lưu tới 32.760 số đo trong bộ nhớ theo chu kỳ lưu trữ được thiết lập sẵn
- Ngưỡng cảnh báo—Giới hạn cảnh báo cao/thấp do người dùng xác định để đánh giá nhanh giá trị đo
- Lọc thông dải—Chức năng lọc thông dải có thể lựa chọn giúp loại bỏ nhiễu không mong muốn khỏi phép đo dòng rò ac
- 1630-2 FC là một phần của hệ thống các dụng cụ kiểm tra có kết nối và phần mềm bảo trì thiết bị ngày càng lớn mạnh. Truy cập [flukeconnect.com](http://flukeconnect.com) để tìm hiểu thêm về hệ thống Fluke Connect.

### Phụ kiện tùy chọn

Kim biến dòng chia lõi có đường kính 320 mm (12,7 in)—để thực hiện kiểm tra chọn lọc trên từng chân của trạm.

## So sánh các thiết bị đo điện trở đất

Sản phẩm	Sụt thế		Chọn lọc	Không dùng cọc	Phương pháp 2 cực
	3 cực	4 Cực/Đất			
Fluke 1621			1 Kim	2 Kim	2 Cực
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					



Bộ thiết bị hoàn chỉnh 1625-2



Fluke 1630-2 FC với tiêu chuẩn điện trở mạch vòng và vỏ đựng cứng

**Fluke.** Giữ cho thế giới của bạn không ngừng vận động.

#### Fluke Corporation

P.O. Box 9090  
Everett, WA USA 98206  
Web: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

#### Representative office of Fluke South East Asia Pte Ltd

C/O Danahr Vietnam  
Green Power Tower, 11th Floor Unit 2  
35 Ton Duc Thang Street, District 1  
Ho Chi Minh City  
Vietnam  
Tel: +84-8-2220-5371 (ext 103)  
Email: [info.asean@fluke.com](mailto:info.asean@fluke.com)  
Web: [www.fluke.com/vn](http://www.fluke.com/vn)

#### For more information call:

In the U.S.A. (800) 443-5853 or Fax (425) 446-5116  
In Europe/M-East/Africa +31 (0)40 267 5100 or  
Fax +31 (0)40 267 5222  
In Canada (905) 890-7600 or Fax (905) 890-6866  
From other countries +1 (425) 446-5500 or  
Fax +1 (425) 446-5116

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation.  
Specifications subject to change without notice.  
2/2017 4346628c-vn

Modification of this document is not permitted without written permission from Fluke Corporation.