

FLUKE®

Resistenza di terra



Principi, metodi di test e applicazioni

PER DIAGNOSTICARE
problemi elettrici
intermittenti

PER EVITARE
tempi di fermo
macchina inutili

PER CONOSCERE
i principi di sicurezza
della messa a terra



Perché la messa a terra, perché un test?

Perché è importante la messa a terra?

Una messa a terra poco efficiente non determina solo fermi macchina non necessari, ma costituisce anche un pericolo e aumenta il rischio di guasti alle apparecchiature.

Senza un sistema di messa a terra efficace, si è esposti al rischio di scosse elettriche, per non parlare degli errori della strumentazione, problemi di distorsione delle armoniche e di fattore di potenza oltre ad una serie di possibili problemi intermittenti. Se la corrente di dispersione non trova uno sfogo a terra attraverso un sistema di messa a terra adeguatamente progettato e mantenuto, troverà dei percorsi involontari che potrebbero includere anche le persone. Le seguenti organizzazioni hanno sviluppato raccomandazioni e/o standard per il collegamento di messa a terra per garantire la sicurezza:

- OSHA (Occupational Safety Health Administration, Agenzia per la sicurezza e la salute sul lavoro)
- NFPA (National Fire Protection Association, Associazione nazionale antincendio)
- ANSI/ISA (American National Standards Institute - Istituto nazionale americano per gli standard - e Instrument Society of America, Società americana degli strumenti)
- TIA (Telecommunications Industry Association, Associazione delle industrie per le telecomunicazioni)
- IEC (International Electrotechnical Commission, Commissione elettrotecnica internazionale)
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization, Comitato europeo di standardizzazione elettrotecnica)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Istituto degli ingegneri elettrici ed elettronici)

Tuttavia, una buona messa a terra non è utile solo in termini di sicurezza, ma viene impiegata anche per evitare danni a impianti e attrezzature industriali. Un buon sistema di messa a terra consentirà di aumentare l'affidabilità delle apparecchiature e di ridurre la probabilità di danni causati da fulmini o correnti di dispersione. Ogni anno si perdono miliardi sui posti di lavoro a causa di incendi di natura elettrica. Questo senza contare i relativi costi legali, la perdita di personale e di produttività aziendale.

Perché è importante testare i sistemi di messa a terra?

Con il passare del tempo, i terreni corrosivi ad alto contenuto di umidità, di sale e con temperature elevate, possono danneggiare i picchetti di terra e le loro connessioni. Quindi, sebbene il sistema di messa a terra appena installato presenti dei valori di resistenza di terra bassi, la resistenza del sistema può aumentare se i picchetti di terra vengono corrosi.

I tester di messa a terra, come la pinza amperometrica di terra Fluke 1630-2 FC, sono strumenti indispensabili per la ricerca guasti e per consentire di mantenere i tempi di operatività. In presenza di problemi elettrici intermittenti, spesso frustranti, la causa potrebbe essere da ricercare in un collegamento di messa a terra poco efficiente o ad una qualità di alimentazione insufficiente.

Per questo motivo si consiglia di verificare tutti i collegamenti di messa a terra e tutte le relative connessioni almeno una volta all'anno come parte di un normale programma di manutenzione predittiva. Nel corso di tali controlli periodici, se viene rilevato un aumento di oltre il 20% della resistenza, il tecnico deve verificare la causa del problema e applicare la correzione per ridurre la resistenza, sostituendo o aggiungendo picchetti al sistema di messa a terra.

Cos'è la messa a terra e quale è la sua funzione?

Il NEC, National Electrical Code, nell'Articolo 100 definisce la messa a terra come: "un collegamento con capacità conduttive, intenzionale o accidentale, per mezzo del quale un circuito elettrico o un'apparecchiatura vengono collegati a terra o alcuni elementi conduttori fungono da terra." Quando si parla di messa a terra, si tratta in realtà di due diversi argomenti: collegamento a terra e messa a terra delle apparecchiature. Per collegamento di messa a terra si intende un collegamento intenzionale tra il conduttore di un circuito, in genere il neutro, e un picchetto di terra posizionato sotto la superficie del terreno. La messa a terra delle apparecchiature garantisce il corretto collegamento a terra delle apparecchiature in funzione all'interno di una struttura. Questi due sistemi di collegamento devono essere mantenuti separati, tranne nel caso in cui sia necessario un collegamento tra i due sistemi. In tal modo si evitano differenze di potenziale di tensione causate da un'eventuale scarica prodotta da fulmini. Oltre a garantire l'incolumità delle persone e la tutela degli impianti e delle apparecchiature, il collegamento di messa a terra fornisce un percorso sicuro per la dissipazione della corrente di dispersione, dei fulmini, delle scariche elettrostatiche, dei segnali EMI e RFI e delle interferenze.

Qual è un buon valore della resistenza di terra?

Si è creata molta confusione in merito a ciò che definisce una buona messa a terra e a quali devono essere i valori della resistenza di terra. Idealmente una messa a terra dovrebbe avere una resistenza pari a zero ohm.

Non esiste una sola soglia standard di resistenza di terra riconosciuta da tutte le agenzie. Tuttavia, la NFPA e la IEEE consigliano un valore di resistenza di messa a terra di 5,0 ohm o inferiore.

Il NEC ha consigliato di "verificare che l'impedenza del sistema di messa a terra sia inferiore ai 25 ohm indicati nella normativa NEC 250.56. Per gli impianti dotati di apparecchiature sensibili, questo valore dovrebbe essere pari o inferiore a 5,0 ohm."

Il settore delle telecomunicazioni ha spesso indicato un valore pari o inferiore a 5,0 ohm per il collegamento a terra.

L'obiettivo nelle resistenze di terra è quello di ottenere, dal punto di vista economico e fisico, il minimo valore possibile di resistenza possibile.



Perché i test? Terreni corrosivi.



Perché è importante il collegamento di messa a terra? Fulmini.



Utilizzare Fluke 1625-2 per determinare lo stato dei sistemi di messa a terra.

Indice

2

Perché è importante il collegamento di messa a terra?
Perché i test?

4

Nozioni basilari

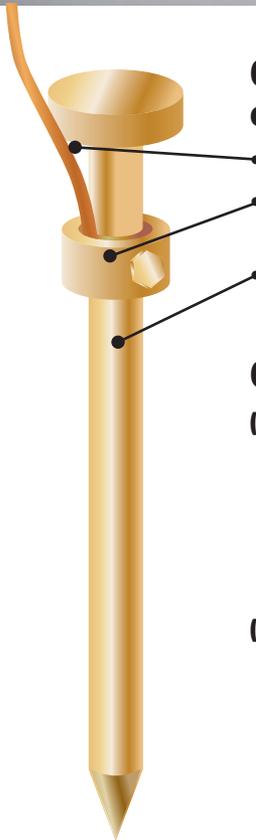
6

Metodi per la verifica del collegamento di messa a terra

12

Misura della resistenza di messa a terra

Componenti di un elettrodo di terra

- 
- Picchetto di terra
 - Collegamento fra il conduttore di terra e il picchetto di terra
 - Elettrodo di terra

Collocamento delle resistenze

(a) Gli elettrodi di terra e le sue connessioni

La resistenza degli elettrodi di terra e la sua connessione è in generale molto bassa. I picchetti sono di solito in materiale altamente conduttivo/a bassa resistenza, come l'acciaio o il rame.

(b) Il contatto della resistenza di terra con il suolo circostante all'elettrodo

Il National Institute of Standards (un'agenzia governativa dello US Dept. of Commerce) ha dimostrato che tale resistenza può essere quasi trascurabile, a patto che i picchetti di terra non presentino tracce di vernice, grasso, ecc. e che sia saldamente a contatto con la terra.

(c) La resistenza del terreno circostante

Il picchetto è circondato da terra che è costituita idealmente da strati concentrici aventi tutti lo stesso spessore. Gli strati più vicini al picchetto presentano l'area minore, che si traduce nel maggior grado di resistenza. Ogni strato successivo incorpora un'area maggiore, che si traduce in una resistenza minore. Si raggiunge infine un punto in cui gli strati aggiuntivi offrono una resistenza minima alla terra che circonda il picchetto.

In base a queste informazioni, è necessario concentrarsi sui modi per ridurre la resistenza di terra al momento di installare sistemi di collegamento a terra.

Cosa incide sulla resistenza di terra?

Innanzitutto, il codice NEC (1987, 250-83-3) richiede una lunghezza minima del picchetto di 2,5 metri in contatto con il terreno. Ma ci sono anche altre quattro variabili che incidono sulla resistenza del sistema di messa a terra:

1. Lunghezza/profondità del picchetto
2. Diametro del picchetto
3. Numero di picchetti
4. Progettazione del sistema di messa terra

Lunghezza/profondità del picchetto

Un modo estremamente efficace per ridurre la resistenza di terra è quello di inserire i picchetti più in profondità. Il terreno non è uniforme in termini di resistività e può risultare imprevedibile. Durante l'installazione del picchetto, è fondamentale che questo si trovi al di sotto della profondità di congelamento. Ciò viene fatto affinché la resistenza di terra non venga influenzata dal congelamento del terreno circostante.

Solitamente, raddoppiando la lunghezza del picchetto, è possibile ridurre il livello di resistenza di un ulteriore 40%. Vi sono casi in cui è fisicamente impossibile spingere più in profondità i picchetti, in zone formate da roccia, granito, ecc. In queste situazioni, sono possibili metodi alternativi, tra cui il cemento di collegamento a terra.

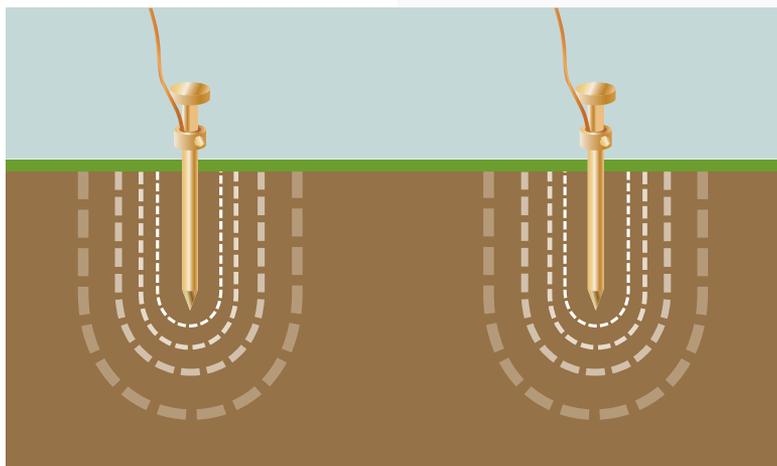
Diametro del picchetto

Aumentando il diametro del picchetto non si incide particolarmente sulla riduzione della resistenza. Ad esempio, è possibile raddoppiare il diametro di un picchetto e la resistenza diminuirebbe solamente del 10%.

Numero di picchetti

Un altro metodo per ridurre la resistenza di terra è utilizzare più picchetti. In questo caso, viene inserito a terra più di un picchetto e vengono connessi in parallelo per ridurre la resistenza. Affinché i picchetti aggiuntivi funzionino correttamente è necessario che la distanza tra i picchetti aggiuntivi sia almeno pari alla profondità del primo picchetto. Senza una distanza adeguata tra i picchetti, le loro sfere di influenza potrebbero sovrapporsi e la resistenza non verrebbe ridotta.

Per installare un picchetto in grado di soddisfare i vostri specifici requisiti di resistenza, è possibile consultare la tabella delle resistenze di terra riportata di seguito. È bene ricordare che si tratta solo di una regola generale, perché il terreno è stratificato e raramente omogeneo. I valori della resistenza potranno perciò differire enormemente.



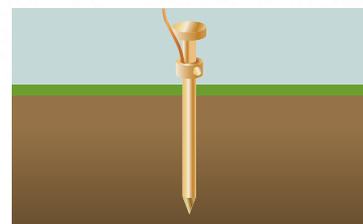
Ogni elettrodo di terra ha una propria 'sfera di influenza'.

Progettazione del sistema di messa terra

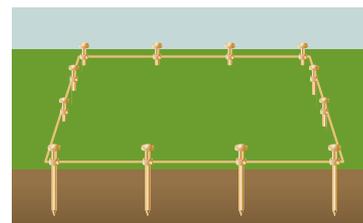
I sistemi di messa a terra singoli sono costituiti da un picchetto singolo inserito nel terreno. L'utilizzo di un picchetto singolo è il metodo più diffuso per eseguire il collegamento a terra e può trovarsi fuori dalla propria casa o dal proprio ufficio. Sistemi di collegamento a terra più complessi sono costituiti da diversi picchetti, reti connesse, a maglia o a griglia, da piastre e loop di messa a terra. Tali sistemi sono generalmente installati presso le sottostazioni per la produzione di energia, presso uffici centrali e per i ripetitori di reti cellulari.

Nelle reti complesse, la quantità di contatti con la terra circostante aumenta sensibilmente e riduce la resistenza di terra.

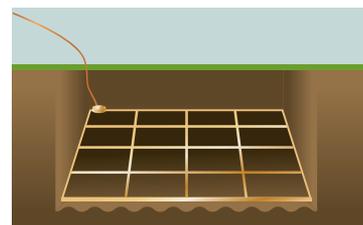
Impianti di messa a terra



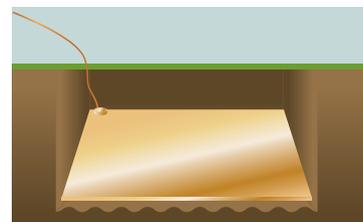
Elettrodo di terra singolo



Elettrodi di terra multipli collegati



Rete mesh



Piastra di terra

Tipo di terreno	Resistività del terreno R_b	Resistenza di terra					
		Profondità dell'elettrodo di terra (metri)			Striscia di messa a terra (metri)		
		ΩM	3	6	10	5	10
Terreno molto umido	30	10	5	3	12	6	3
Terreno agricolo, terreni limacciosi e argillosi	100	33	17	10	40	20	10
Terreno di argilla sabbiosa	150	50	25	15	60	30	15
Terreno sabbioso umido	300	66	33	20	80	40	20
Calcestruzzo 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Ghiaia umida	500	160	80	48	200	100	50
Terreno sabbioso asciutto	1000	330	165	100	400	200	100
Ghiaia asciutta	1000	330	165	100	400	200	100
Terreno roccioso	30.000	1000	500	300	1200	600	300
Roccia	10^7	-	-	-	-	-	-

Quali sono i metodi del test di collegamento a terra?

Esistono quattro tipi di metodi di test di una messa a terra:

- **Resistività del terreno** (utilizzando i picchetti)
- **Volt-amperometrico** (utilizzando i picchetti)
- **Selettivo** (utilizzando una pinza e i picchetti)
- **Senza picchetti** (utilizzando solo due pinze)

Misura della resistività del terreno

Perché determinare la resistività del terreno?

La resistività del terreno è importante soprattutto per progettare nuovi impianti di messa a terra dimensionati per soddisfare i requisiti per la resistenza di terra. È necessario trovare preferibilmente una posizione con il livello minimo di resistenza possibile. Ma come si è detto in precedenza, delle condizioni insufficienti del terreno possono essere superate con un sistema di collegamento a terra più elaborato.

La composizione del terreno, il grado di umidità e la temperatura incidono sulla resistività del terreno. Il terreno raramente è omogeneo e la sua resistività può variare in base alla zona e alla differente profondità. Il grado di umidità varia in base alla stagione, al tipo di substrati di terra e alla profondità della falda freatica. Poiché terreno e acqua sono generalmente più stabili negli strati più profondi, si consiglia di posizionare i picchetti il più profondamente possibile nel suolo, possibilmente a livello della falda freatica. Inoltre, i picchetti dovrebbero essere installati dove è presente una temperatura stabile, ovvero al di sotto della profondità di congelamento.

Affinché un sistema di messa a terra sia efficace, deve essere progettato in modo da poter sopportare le peggiori condizioni possibili.

Come si calcola la resistività del terreno?

La procedura di misura descritta sotto utilizza il metodo Wenner, universalmente accettato e sviluppato dal Dr. Frank Wenner dello US Bureau of Standards nel 1915. (F.Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.)

La formula è la seguente:

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

(ρ = resistività media del terreno alla profondità A in ohm-cm)

$$\pi = 3,1416$$

A = distanza tra gli elettrodi in cm

R = valore di resistenza misurata in ohm dallo strumento di test

Nota: dividere gli ohm-centimetri per 100 per ottenere la conversione in ohm-metri. Osservate le vostre unità.

Esempio: sono state installati dei picchetti della lunghezza di 3 metri come parte dell'impianto di collegamento a terra. Per effettuare la misura della resistività del terreno a una profondità di 3 metri, è stata stabilita una distanza di nove metri fra gli elettrodi di test.

Per misurare la resistività del terreno, avviare il Fluke 1625-2 e leggere la misura della resistenza in ohm. In questo caso si presuppone che la misura della resistenza sia di 100 ohm. I dati noti sono:

$$A = 9 \text{ metri, e}$$

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

La resistività del terreno sarà uguale a:

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

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

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

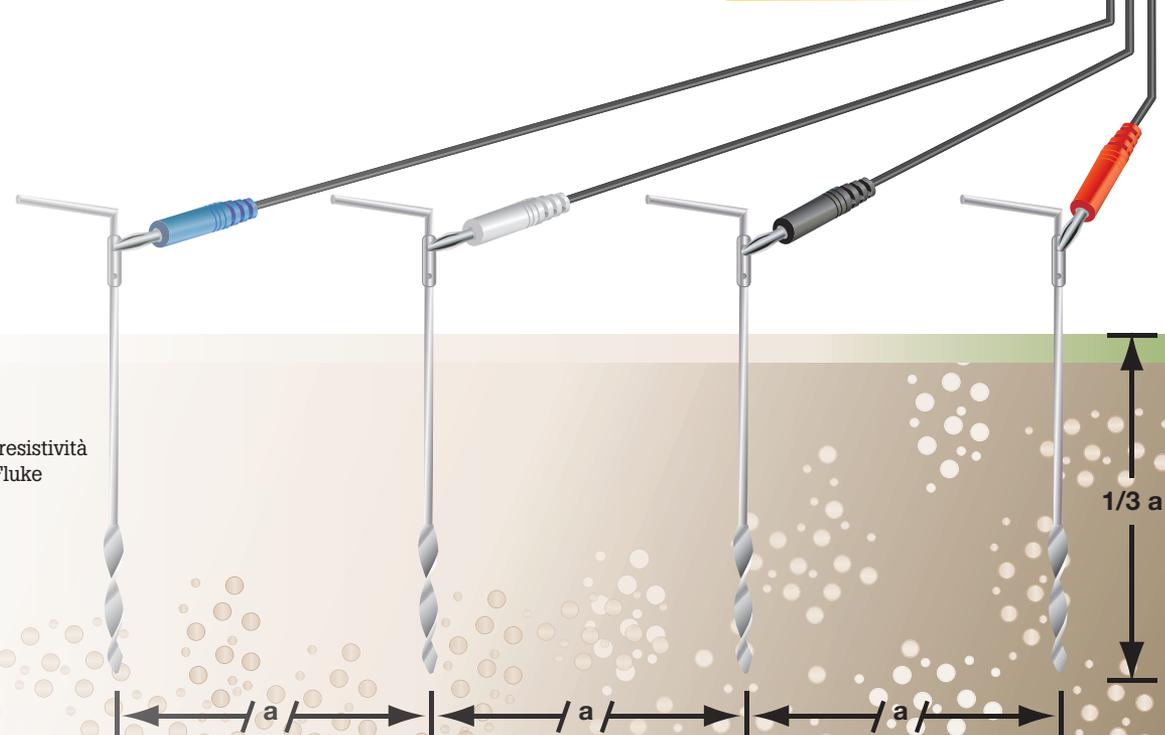
Come si misura la resistenza del terreno?

Per eseguire il test della resistività del terreno, collegare il tester di terra come indicato di seguito.

Come si può vedere, nel terreno sono posizionati quattro picchetti in linea retta, equidistanti l'uno dall'altro. La distanza tra i picchetti di terra deve essere almeno il triplo rispetto alla loro profondità. Quindi se la profondità di ogni picchetto è di 30 cm, fare in modo che la distanza tra i picchetti sia superiore a 91 centimetri. Il Fluke 1625-2 genera una corrente nota attraverso i due picchetti di terra più esterni e la caduta nel potenziale di tensione viene misurata tra i due picchetti più interni. Applicando la legge di Ohm ($V = IR$), il tester Fluke calcola automaticamente la resistenza del terreno.

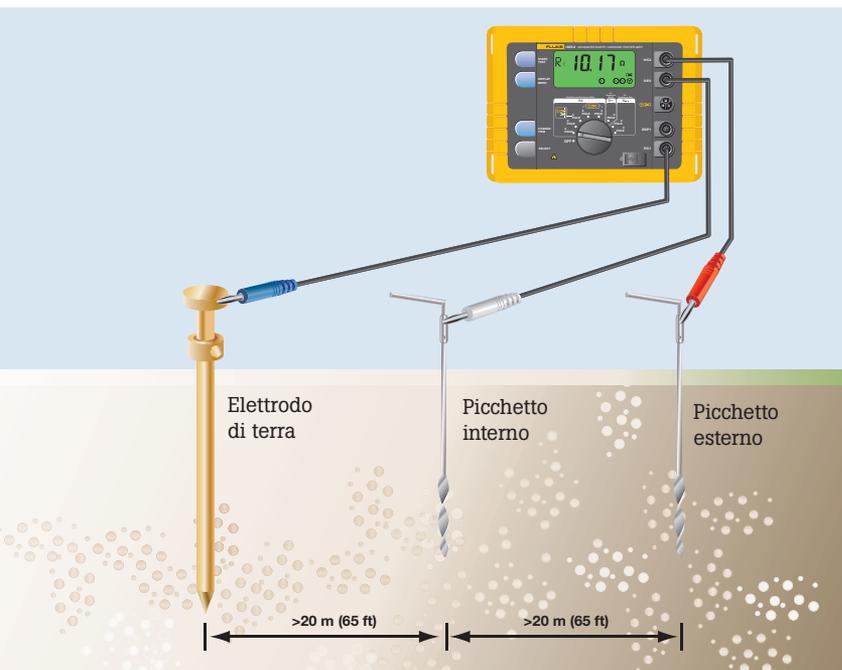
Poiché i risultati delle misurazioni spesso sono alterati e invalidati dalla presenza di pezzi di metallo interrati, falde acquifere sotterranee e altro, si consiglia di effettuare sempre delle ulteriori misurazioni nel punto in cui l'asse del picchetto viene girato a 90°. Modificando la profondità e la distanza diverse volte, si crea un profilo che può definire un sistema di resistenza di terra adatto.

Le misure della resistività del terreno spesso sono falsate dalla presenza di correnti di massa e dalle loro armoniche. Per evitare che ciò accada, il Fluke 1625-2 utilizza un sistema AFC di controllo automatico della frequenza. In tal modo viene selezionata automaticamente la frequenza del test con la minima quantità di rumore, per consentire all'utente di ottenere una lettura chiara.



Predisporre il test della resistività del terreno utilizzando Fluke 1623-2 o 1625-2.

Quali sono i metodi del test di collegamento a terra?



Misura volt-amperometrica

Il metodo di test volt-amperometrico viene utilizzato per misurare la capacità di un sistema di messa a terra o di un singolo picchetto di terra di dissipare energia.

Come funziona il test volt-amperometrico?

Innanzitutto, il picchetto deve essere scollegato dall'impianto. Poi, il tester viene collegato al picchetto. Infine, per eseguire il test volt-amperometrico tripolare, nel terreno vengono posti due picchetti di terra in linea retta, lontano dall'elettrodo di terra. Generalmente, è sufficiente una distanza di 20 metri. Per maggiori dettagli sul posizionamento dei picchetti, consultare la sezione successiva.

Il Fluke 1625-2 genera una corrente di entità nota fra il picchetto esterno e il picchetto di terra (picchetto ausiliario), mentre la caduta di potenziale di tensione viene misurata fra il picchetto interno di terra e l'elettrodo. Applicando la legge di Ohm ($V = R \cdot I$), il tester calcola automaticamente la resistenza del picchetto.

Collegare il tester di terra come indicato nella figura. Premere START e leggere il valore R_E (resistenza). Si tratta del valore effettivo dell'elettrodo di terra sotto test. Se questo elettrodo di terra è in parallelo o in serie con altri picchetti di terra, il valore R_E è il valore totale di tutte le resistenze.

Come si posizionano i picchetti?

Per ottenere il massimo livello di precisione quando si esegue un test di resistenza di terra tripolare, è fondamentale posizionare la sonda al di fuori della sfera di influenza dell'elettrodo di terra sotto test e dell'elettrodo ausiliario di terra.

Se non si esce dalla sfera di influenza, l'area effettiva di resistenza si sovrapporrebbe, invalidando qualsiasi misura. La tabella è una guida per impostare correttamente la sonda (picchetto interno) e il contatto di terra ausiliario (picchetto esterno).

Per verificare la precisione dei risultati e assicurarsi che i picchetti di terra siano al di fuori delle sfere di influenza, riposizionare il picchetto interno (sonda) a distanza di 1 metro in qualsiasi direzione e rilevare una nuova misura. Se si verifica una variazione significativa della lettura (30 %), è necessario aumentare la distanza tra il picchetto di terra sotto test, il picchetto interno (sonda), e il picchetto esterno (contatto ausiliario di terra), fino a che i valori misurati rimangono abbastanza costanti quando si riposiziona il picchetto interno (sonda).

Profondità dell'elettrodo di terra	Distanza dal picchetto interno	Distanza dal picchetto esterno
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m

Misura selettiva

Il test selettivo presenta numerose analogie con il test volt-amperometrico, fornendo le stesse misure ma seguendo una modalità più sicura e più facile. Questo perché, con il test selettivo, non è necessario scollegare il picchetto di terra interessato dal suo connettore sull'impianto. Il tecnico non deve mettere a repentaglio la propria salute scollegando la terra, né mettere a repentaglio il personale o le attrezzature elettriche all'interno di una struttura che non è collegata a terra.

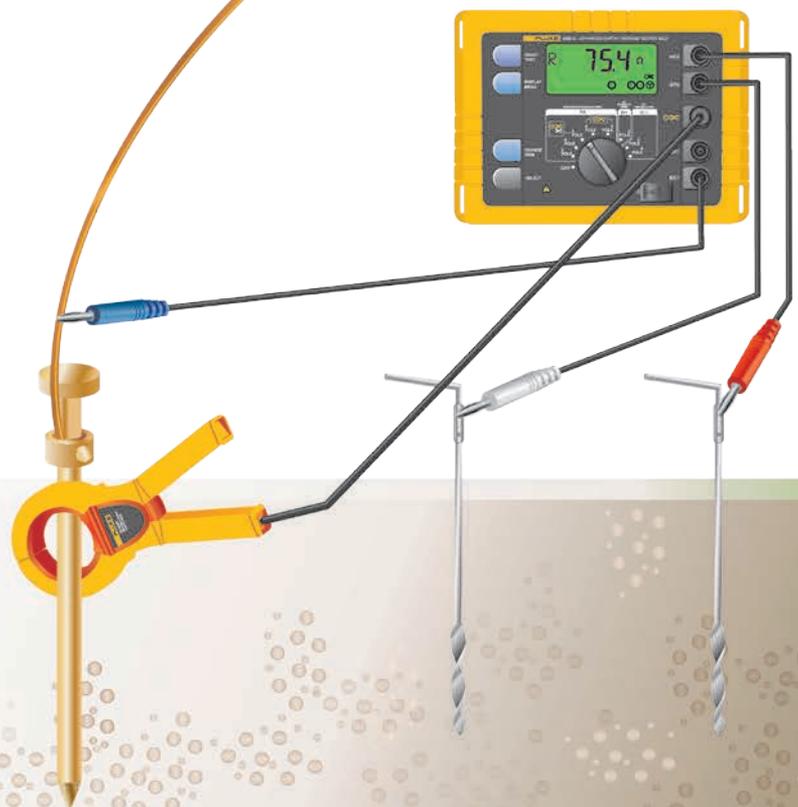
Così come per il test Volt-Amperometrico, nel terreno vengono posti due picchetti di terra in linea retta, lontano dall'elettrodo. Generalmente, è sufficiente una distanza di 20 metri. Il tester viene poi collegato al picchetto interessato senza dover scollegare la connessione all'impianto. Intorno al picchetto viene posta una speciale pinza che consente di eliminare gli effetti delle resistenze parallele in un impianto collegato a terra, pertanto viene misurato esclusivamente il picchetto stesso.

Esattamente come nel caso precedente, il Fluke 1625-2 genera una corrente di entità nota fra il picchetto esterno (picchetto ausiliario di terra) e l'elettrodo, mentre la caduta di potenziale di tensione viene misurata fra il picchetto interno di terra e l'elettrodo. Tramite la pinza viene misurato solo il flusso attraverso l'elettrodo di terra interessato. La corrente generata scorrerà anche attraverso altre resistenze parallele, ma solo la corrente attraverso la pinza (cioè la corrente attraverso l'elettrodo di terra interessato) viene utilizzata per calcolare la resistenza ($V = IR$).

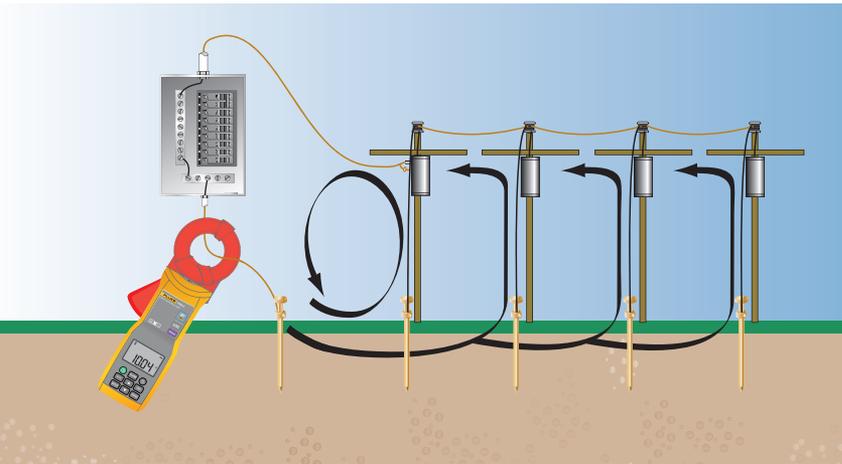
Se è necessario misurare la resistenza totale del sistema, deve essere misurata la resistenza di ogni elettrodo di terra collocando la pinza attorno a singoli elettrodi. Sarà poi possibile determinare, tramite un calcolo, la resistenza totale del sistema di messa a terra.

Il test delle singole resistenze dei tralicci ad alta tensione con cavi di messa a terra sospesi o statici, richiede la disconnessione di questi cavi. Se un traliccio dispone più di una terra sulla base, anche queste connessioni devono essere scollegate e testate singolarmente. Tuttavia, il Fluke 1625-2 dispone di un accessorio opzionale, un trasformatore amperometrico a pinza del diametro di 320 mm, in grado di misurare le singole resistenze di ogni gamba del traliccio senza scollegare gli eventuali contatti di terra dei cavi sopraelevati o statici.

Collegare il tester di terra come indicato. Premere START e leggere il valore R_E . Si tratta della resistenza effettiva del picchetto di terra sotto test.



Quali sono i metodi del test di collegamento a terra?



Testare i percorsi della corrente senza picchetti utilizzando la pinza per le misure di terra 1630-2 FC.

Misura senza picchetti

La pinza per le misure di terra Fluke 1630-2 FC può misurare le resistenze di loop di terra per sistemi con connessioni multiple di terra tramite il metodo del test senza picchetti. Questa tecnica di collaudo elimina l'azione, pericolosa e lunga, di scollegare le connessioni alla terra in parallelo, nonché il processo di trovare ubicazioni adatte per ulteriori messe a terra. È inoltre possibile eseguire test di terra in luoghi in cui non sono mai stati effettuati prima: all'interno di edifici, su tralicci o in qualsiasi altro luogo in cui non vi sia accesso al terreno.

Grazie a questo metodo di test, la pinza per le misure di terra viene posizionata attorno alla barra di terra o al cavo di collegamento. Non sono utilizzati picchetti di messa a terra. Una tensione nota viene indotta in una metà della pinza e la corrente viene misurata dall'altro lato della pinza. La pinza determina automaticamente la resistenza del loop di terra, alla barra di messa a terra. Questa tecnica è particolarmente utile per sistemi con messa a terra multipli, presenti generalmente in impianti commerciali o industriali. Se esiste solo un circuito di terra, come in molte applicazioni residenziali, il metodo senza picchetti non fornirà un valore accettabile e, pertanto, occorrerà ricorrere al metodo del test volt-amperometrico.

Fluke 1630-2 FC opera sulla base del principio che, nei sistemi paralleli a connessione multipla di terra, la resistenza netta di tutti i percorsi di terra sarà estremamente bassa in confronto ad un percorso singolo (quello sotto test). Quindi la resistenza netta di tutte le resistenze dei percorsi di ritorno paralleli è effettivamente zero. La misura senza picchetto misura solo le resistenze delle barre di terra singole in parallelo ai sistemi di messa a terra. Se il sistema di messa a terra non è parallelo alla terra, si avrà un circuito aperto, oppure si misurerà la resistenza del loop di terra.



Predisposizione per il test senza picchetti utilizzando 1630-2 FC.

Misure di impedenza di terra

Quando si tenta di calcolare le possibili correnti di corto circuito nelle centrali elettriche e altre situazioni con tensioni/corrente elevate, determinare la complessa impedenza è importante poiché il valore sarà costituito da elementi induttivi e capacitivi. Benché induttività e resistività sono note nella maggior parte dei casi, l'impedenza effettiva può essere determinata utilizzando un calcolo complesso.

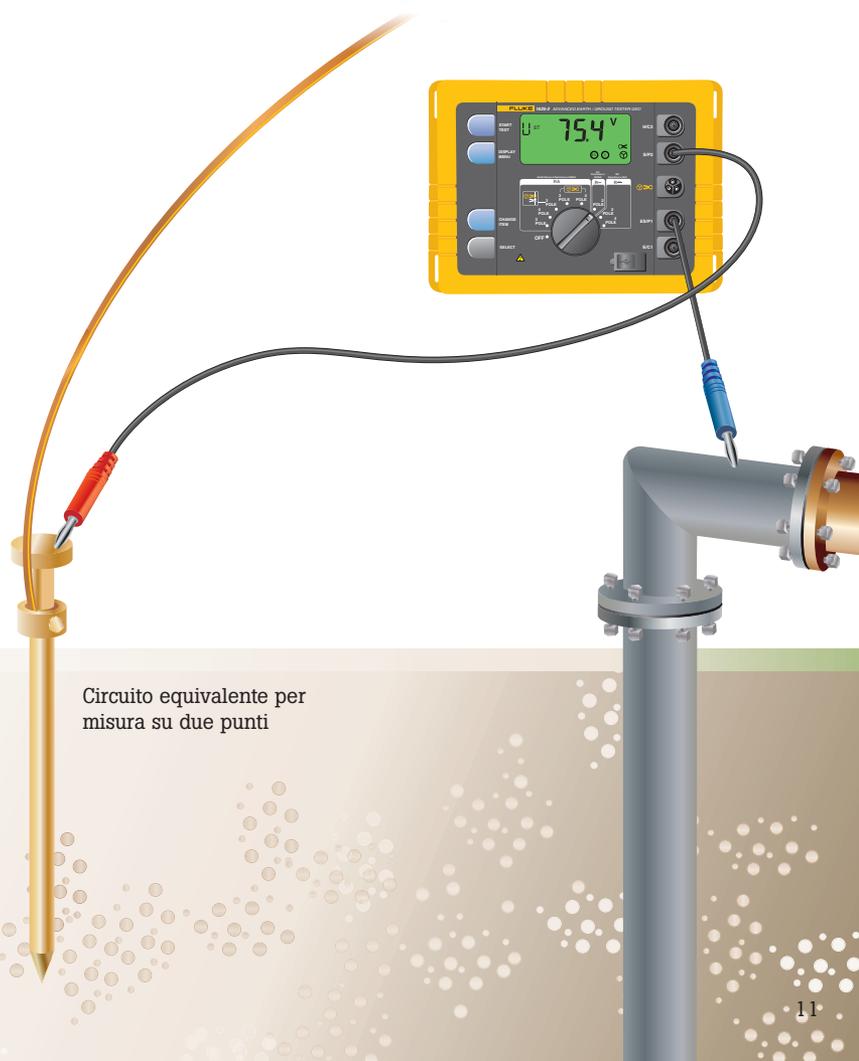
Poiché l'impedenza dipende dalla frequenza, Fluke 1625-2 utilizza un segnale a 55 Hz per il calcolo, per avvicinarsi il più possibile alla frequenza della tensione di funzionamento. Ciò garantisce che la misura sia vicina al valore alla frequenza reale di funzionamento. Tramite questa funzione del Fluke 1625-2, è possibile ottenere misure dirette precise dell'impedenza di terra.

I tecnici degli impianti di distribuzione che devono verificare linee di trasmissione ad alta tensione, sono interessati a due cose: la resistenza di terra in caso di folgorazione e l'impedenza dell'intero sistema in caso di corto circuito su un punto specifico della linea. Il corto circuito, in questo caso, indica interruzioni di un cavo attivo che tocca la griglia metallica di un traliccio.

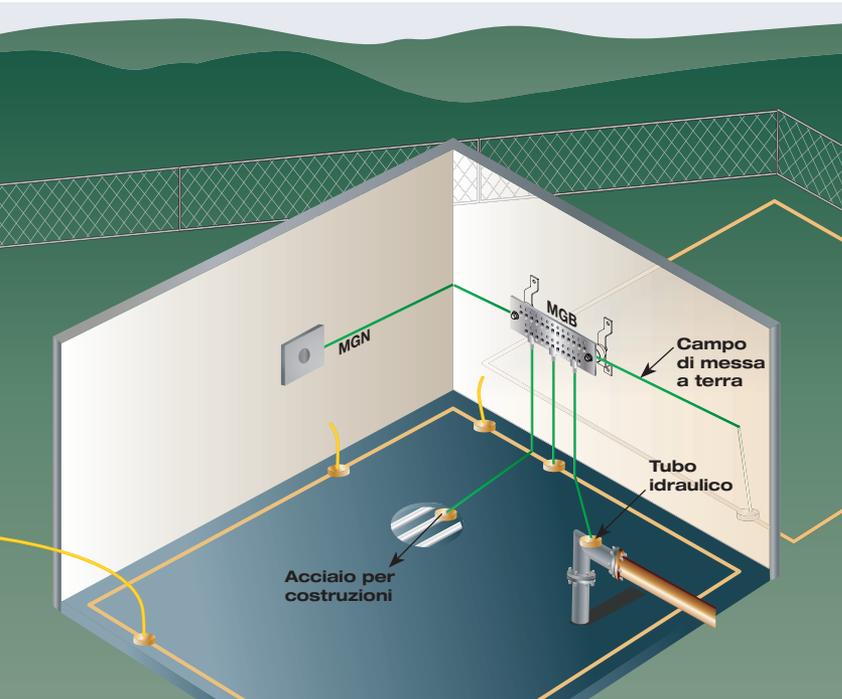
Resistenza di terra a due poli

In situazioni in cui l'inserimento di picchetti di terra è difficoltoso o impossibile, i tester Fluke 1623-2 e 1625-2 danno la possibilità di eseguire misure di continuità/resistenza di terra a due poli come indicato sotto.

Per eseguire questo test, il tecnico deve avere accesso ad una messa a terra nota e valida, ad esempio un tubo idraulico in metallo. Il tubo idraulico deve essere sufficientemente lungo ed essere metallico su tutta la lunghezza, senza accoppiamenti o flange isolanti. A differenza di molti tester, i Fluke 1623-2 e 1625-2 eseguono il test con una corrente relativamente elevata (corrente di corto circuito > 250 mA), che garantisce risultati stabili.



Misura della resistenza di messa a terra



Disposizione di un tipico ufficio centrale.

Negli uffici centrali

Quando si esegue una verifica del collegamento di messa a terra presso un ufficio centrale, sono richieste tre misurazioni.

Prima del test, bisogna individuare la MGB (Master Ground Bar, il picchetto principale) all'interno dell'ufficio centrale per definire il tipo di sistema di collegamento a terra esistente. Come riportato in questa pagina, il picchetto principale presenterà dei cavi di terra che si collegano al:

- MGN (Multi-Grounded Neutral, neutro multiplo a terra) o servizio in entrata,
- area di terra,
- tubature dell'acqua e
- acciaio strutturale o dell'edificio

Eseguire innanzitutto il test senza picchetti su tutte le singole messe a terra che partono da quello principale. Lo scopo è quello di garantire che siano tutte collegate, in particolare il principale. È importante ricordare che non si sta misurando la singola resistenza, bensì la resistenza di loop di ciò a cui si è collegati. Come mostrato nella figura 1, collegare il Fluke 1625 o 1623 e le due pinze di induzione e rilevazione che si trovano attorno a ciascuna connessione per misurare la resistenza del loop del neutro, il campo di terra, la tubatura dell'acqua e l'acciaio dell'edificio.

Eseguire poi il test Volt-amPEROMETRICO tripolare dell'intero sistema di messa a terra, collegando il picchetto principale come illustrato in Figura 2. Per raggiungere una messa a terra remota, numerose compagnie telefoniche utilizzano coppie di cavi inutilizzati distanti anche oltre un chilometro. Registrare la misurazione e ripetere il test almeno una volta all'anno.

Misurare quindi le resistenze individuali del sistema di collegamento a terra usando il test selettivo del Fluke 1625-2 o 1623-2. Collegare il tester Fluke come indicato nella figura 3. Misurare la resistenza del neutro; il valore è la resistenza di quella diramazione specifica del picchetto principale. Misurare quindi la messa a terra. Questa lettura corrisponde al valore effettivo della resistenza della messa a terra dell'ufficio centrale. Passare ora alla tubatura dell'acqua, quindi ripetere l'operazione per la resistenza dell'acciaio dell'edificio. È possibile verificare facilmente la precisione di queste misurazioni grazie alla legge di Ohm. La resistenza delle singole diramazioni, quando viene calcolata, dovrebbe essere pari alla resistenza dell'intero sistema dato (bisogna considerare un margine di errore ragionevole poiché non è possibile misurare tutti gli elementi di terra).

Questi metodi di test forniscono la misurazione più precisa di un ufficio centrale perché indicano le singole resistenze e il loro comportamento in un sistema di messa a terra. Sebbene precise, le misure potrebbero non indicare il comportamento del sistema se fosse una rete, perché nel caso di un fulmine o di corrente di dispersione, ogni elemento è collegato.

Per eseguire questa verifica è necessario effettuare alcuni altri test sulle singole resistenze.

Innanzitutto eseguire il Test volt-Amperometrico tripolare su ogni ramo del picchetto principale e registrare ogni misura. Utilizzando nuovamente la legge di Ohm, le misure dovrebbero essere pari alla resistenza dell'intero sistema. Dai calcoli eseguiti si potrà osservare come si ottiene un 20-30% in meno rispetto al valore R_E totale.

Infine, misurare le resistenze delle varie diramazioni del picchetto principale usando il metodo Senza picchetti. Questo metodo è simile al sistema Senza picchetti, ma differisce nell'utilizzo di due pinze separate. La pinza di induzione della tensione viene applicata al cavo che va al picchetto principale e poiché questa è collegata all'alimentazione in entrata, parallela al sistema di terra, si ottiene tale requisito. La pinza di rilevazione viene applicata al cavo di terra che va alla zona di messa a terra. Quando si misura la resistenza, è quella effettiva della zona di messa a terra, più il percorso parallelo del picchetto principale. Poiché il livello di ohm sarà molto basso, non inciderà effettivamente sulla lettura misurata. Questo processo può essere ripetuto per le altre diramazioni del picchetto, ovvero per la tubatura dell'acqua e per l'acciaio strutturale.

Per misurare il picchetto principale con il metodo Senza picchetti, applicare la pinza di induzione della tensione alla linea che si dirige alla tubatura dell'acqua (poiché il rame della tubatura dovrebbe presentare una resistenza molto bassa) e la lettura corrisponderà alla resistenza esclusivamente per il picchetto principale.



Figura 1: Test senza picchetti in un ufficio centrale.



Figura 2: Eseguire il test volt-amperometrico tripolare dell'intero sistema di messa a terra.

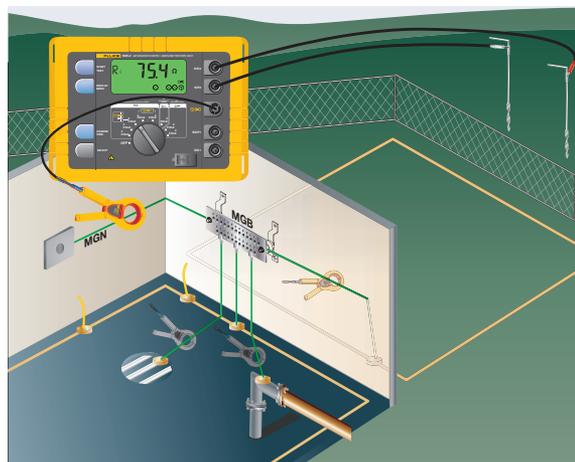
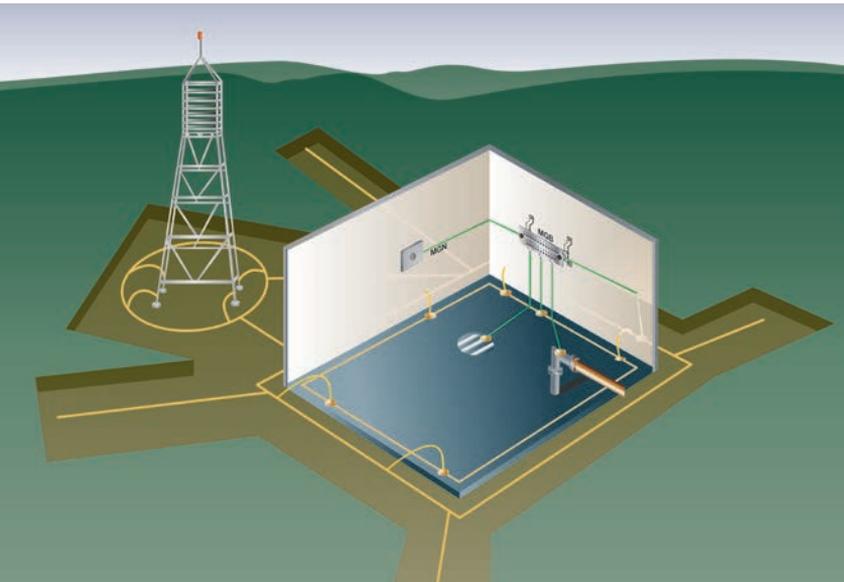


Figura 3: Misurare le singole resistenze del sistema di terra utilizzando il test selettivo.

Altre applicazioni di resistenza di messa a terra



Una configurazione tipica presso una antenna ripetitrice per reti cellulari.

Applicazioni

Sono possibili altre quattro applicazioni specifiche in cui utilizzare il Fluke 1625-2 per misurare la capacità dell'impianto di messa a terra.

Siti ripetitori per reti cellulari/Torri a microonde e radio

Nella maggior parte dei siti è presente un traliccio con quattro gambe, ognuna delle quali è collegata individualmente a terra. Queste vengono quindi collegate con un cavo in rame. Vicino alla torre si trova l'edificio locale per reti cellulari, dove alloggiato tutte le apparecchiature di trasmissione. All'interno dell'edificio si trova un anello di terra e un picchetto principale, con l'anello di terra collegato al picchetto. L'edificio del sito è collegato a terra sui quattro angoli, collegati al picchetto tramite un cavo in rame e anche i 4 angoli sono connessi tra loro tramite un cavo in rame. È inoltre presente una connessione tra l'anello di collegamento a terra dell'edificio e l'anello di collegamento a terra della torre.

Sottostazioni elettriche

Una sottostazione è una stazione secondaria di un sistema di trasmissione e distribuzione in cui la tensione viene normalmente trasformata da un valore elevato a uno inferiore. Una sottostazione tipica contiene strutture di terminazione di linea, gruppi di comando ad alta tensione, uno o più trasformatori di tensione, gruppi di comando a bassa tensione, protezione da sovratensioni, controlli e contatori.

Siti di commutazione remota

I siti di commutazione remota, noti anche come "siti lisci" è dove i concentratori delle linee digitali e altre apparecchiature di telecomunicazioni operano. Il sito remoto è solitamente collegato a terra all'estremità del quadro e quindi presenterà una serie di picchetti di terra attorno all'armadietto, collegati tramite un cavo in rame.

Parafulmini presso siti commerciali/industriali

La maggior parte dei sistemi di protezione dalla corrente di dispersione dei fulmini viene progettata con i quattro angoli dell'edificio collegati a terra, solitamente attraverso un cavo in rame. In base alle dimensioni dell'edificio e al valore della resistenza per cui è stato progettato, il numero di picchetti varia.

Test consigliati

Gli utenti finali devono eseguire gli stessi tre test su ogni applicazione: misura Senza picchetti, test Volt-am-Perometrico tripolare e misura Selettiva.

Misura senza picchetti

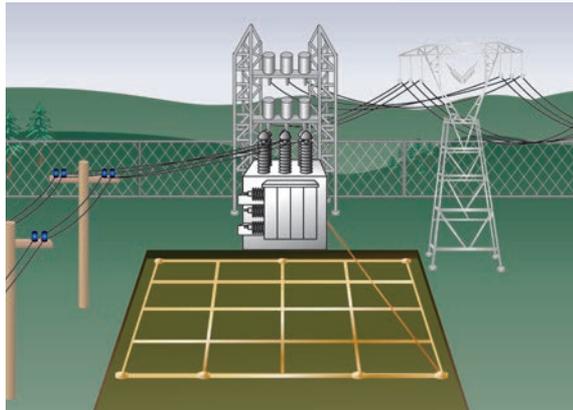
Innanzitutto, eseguire una misura senza picchetti su:

- Le singole gambe della torre e i quattro angoli dell'edificio (**posizioni delle celle/torri**)
- Tutte le connessioni di collegamento a terra (**sottostazioni elettriche**)
- Le linee che si dirigono verso i siti remoti (**commutazione remota**)
- I picchetti di terra dell'edificio (**parafulmini**)

Per tutte le applicazioni, non si tratta di una vera misura della resistenza di terra, a causa della messa a terra della rete. Si tratta principalmente di un test di continuità per verificare che il sito sia collegato a terra, che sia presente una connessione elettrica e che attraverso il sistema possa passare la corrente.

Misura Volt-Amperometrica tripolare

In secondo luogo, si misura la resistenza dell'intero sistema con il metodo volt-amperometrico tripolare. Ricordate le regole per la configurazione dei picchetti. È necessario registrare questa misura, che dovrà essere ripetuta almeno due volte l'anno. Questa misura rappresenta il valore della resistenza per l'intero sito.

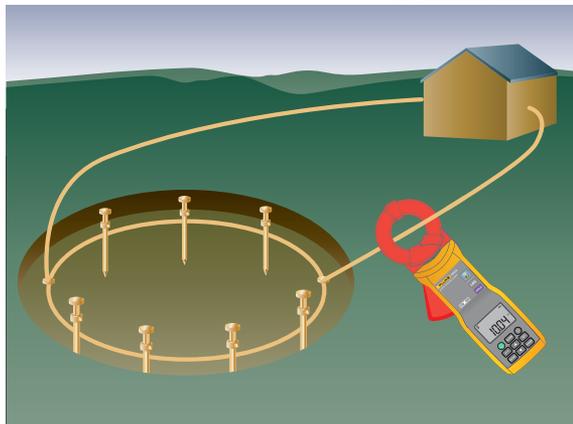


Una configurazione tipica in una sottostazione elettrica.

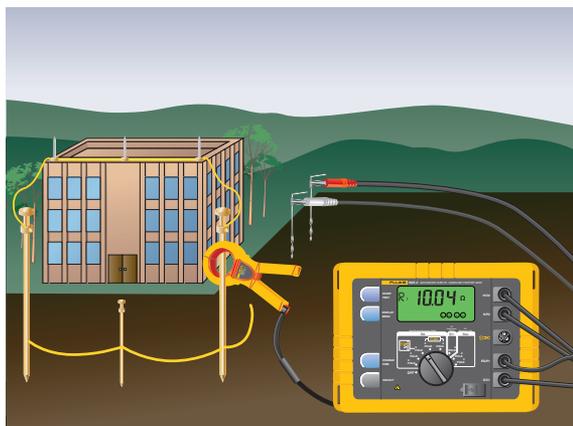
Misura selettiva

Verranno misurate infine le singole messe a terra con il test selettivo. In tal modo si verificherà l'integrità delle singole terre, delle loro connessioni e si stabilirà se il potenziale di collegamento a terra sia abbastanza uniforme. Qualora una delle misure indichi un grado maggiore di variabilità rispetto alle altre, è necessario scoprirne la ragione. È necessario misurare le resistenze su:

- Ciascuna gamba del traliccio e sui quattro angoli dell'edificio (siti per reti cellulari/torri)
- I singoli picchetti e le loro connessioni (sottostazioni elettriche)
- Entrambe le estremità del sito remoto (commutazione remota)
- I quattro angoli dell'edificio (parafulmini)



Utilizzo del test senza picchetti in un'installazione di commutazione remota.



Utilizzo del test selettivo su un sistema parafulmini.

Prodotti per messa a terra



Tester di terra GEO avanzato
Fluke 1625-2



Tester di terra GEO di base
Fluke 1623-2



Pinza per misure di terra Fluke 1630-2 FC

Una famiglia completa di tester

I modelli Fluke 1623-2 e 1625-2 sono tester in grado di eseguire tutti e quattro i tipi di misure di terra.

Tra le caratteristiche avanzate del Fluke 1625/-2:

- Controllo automatico della frequenza (AFC) – identifica le interferenze esistenti e sceglie una frequenza di misura diversa per ridurne gli effetti e fornire valori più accurati
- Misura R*—calcola l'impedenza di terra a 55 Hz per rispecchiare con maggiore precisione la resistenza di terra che vedrebbe un errore di terra
- Limiti regolabili—per test più rapidi

Tra le caratteristiche avanzate del Fluke 1630-2 FC:

- Test singolo senza picchetto con pinza
- Registrazione delle misure—Possibilità di registrare fino a 32.760 misure in memoria ad intervalli di registrazione preimpostati
- Soglia di allarme—Limiti di allarme alto/basso definiti dall'utente, per una rapida valutazione delle misure
- Filtro passa-banda selezionabile, che rimuove le interferenze indesiderate dalla misura delle correnti di dispersione AC
- Il modello 1630-2 FC fa parte di una famiglia di strumenti di misura collegati e di software di manutenzione per le apparecchiature. Per ulteriori informazioni sul sistema Fluke Connect, visitate il nostro sito web flukeconnect.com.

Accessori opzionali

Trasformatore di corrente apribile da 320 mm —per l'esecuzione di test selettivi sulle singole gambe dei tralicci.



Kit completo 1625-2



Fluke 1630-2 FC con resistenza di loop standard e valigetta rigida

Confronto tra tester di terra

Prodotto	Volt-amperometrico		Selettivo	Senza picchetti	Metodo dei 2 poli
	Tripolare	Suolo/ quadripolare			
Fluke 1621			1 pinza	2 pinze	Bipolare
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					

Fluke. *Keeping your world up and running.*®

Fluke Italia S.r.l.
Viale Lombardia 218
20861 Brugherio (MB)
Tel: +39 02 3600 2000
Fax: +39 02 3600 2001
E-mail: cs.it@fluke.com
Web: www.fluke.it

Fluke (Switzerland) GmbH
Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Telefon: +41 (0) 44 580 7504
Telefax: +41 (0) 44 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati. Dati passibili di modifiche senza preavviso. 2/2017 4346628c-ita

Non sono ammesse modifiche al presente documento senza autorizzazione scritta da parte di Fluke Corporation.