

Norma CEI 64-8

**Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale
non superiore a 1000V in corrente alternata e a
1500V in corrente continua**

Norma CEI 64-8 Parte 6

Verifiche

Definizioni

Generalità

Esame a vista

Prove

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Definizioni

Verifica: è l'insieme delle operazioni mediante le quali si accerta la rispondenza dell'intero impianto elettrico alle prescrizioni normative. La verifica comprende l'esame a vista e le prove

Esame a vista: è l'esame dell'impianto elettrico per accertare che le sue condizioni di realizzazione siano corrette. Non prevede l'effettuazione di prove

Prova: è l'effettuazione di misure o altre operazioni sull'impianto elettrico mediante le quali si accerti l'efficienza dell'impianto elettrico stesso. La misura comporta l'accertamento di valori mediante appropriati strumenti

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche Esame a vista

L'esame a vista deve precedere le prove e deve essere effettuato, di regola, con l'intero impianto fuori tensione

Occorre accertare che i componenti elettrici siano:

- **conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme**
- **scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni normative**
- **non danneggiati visibilmente in modo tale da comprometterne la sicurezza**

L'esame a vista deve riguardare le seguenti condizioni, laddove applicabili:

- **metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti**
- **...**
- **scelta dei conduttori per quanto riguarda portata e caduta di tensione**
- **scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione**
- **...**
- **identificazione dei conduttori di protezione**
- **...**

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche Prove

Devono essere eseguite, per quanto applicabili, e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari**
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico**
- protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica**
- resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti**
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione**
- prove di polarità**
- prove di funzionamento**

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova ed ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso

Gli strumenti di misura devono essere conformi alla norma EN 61557

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Prova di continuità dei conduttori di protezione

Deve essere effettuata una prova di continuità sui conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari

Questa prova deve essere effettuata con una corrente di almeno 0.2A, utilizzando una sorgente di tensione alternata o continua compresa tra i 4V ed i 24V a vuoto

Questa prova non è volta a misurare la resistenza, bensì serve a valutare l'esistenza o meno della continuità elettrica

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico

La resistenza di isolamento deve essere misurata tra ogni componente attivo e la terra, è raccomandata la misura anche tra i conduttori attivi

Durante questa prova è possibile collegare assieme i conduttori di fase e di neutro (è obbligatorio se il circuito comprende componenti elettronici)

Le misure devono essere effettuate con impianto non in tensione e con tutti gli apparecchi utilizzatori disinseriti

Le misure devono essere eseguite in corrente continua, lo strumento di misura deve fornire la tensione di prova indicata in tabella erogando 1mA

I valori misurati devono essere superiori al limite minimo fissato in tabella

Tensione nominale del circuito [V]	Tensione di prova [V]	Resistenza di isolamento [MΩ]
SELV e PELV	250	≥ 0.25
Fino a 500 V compresi, nei circuiti FELV, eccetto i casi sopra riportati	500	≥0.5
Oltre 500 V	1000	≥ 1.0

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Verifica della separazione dei circuiti

Protezione mediante SELV: la separazione delle parti attive del sistema SELV da quelle di altri circuiti e dalla terra deve essere verificata con una misura della resistenza di isolamento

Protezione mediante PELV: la separazione delle parti attive del sistema SELV da quelle di altri circuiti deve essere verificata con una misura della resistenza di isolamento

Protezione mediante separazione elettrica: la separazione delle parti attive da quelle di altri circuiti e dalla terra deve essere verificata con una misura della resistenza di isolamento

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti

Qualora sia necessario mettere in atto le “protezioni mediante luoghi non conduttori” si devono effettuare almeno tre misure nello stesso locale, delle quali una a circa 1 m da qualsiasi massa estranea accessibile, e le altre due a distanze superiori. Queste misure devono essere ripetute per ogni tipo di pavimento e di parete del locale

Le “protezioni mediante luoghi non conduttori” sono definite nella Norma CEI 64-8 Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza, al capitolo 1.3: Protezione contro i contatti indiretti

Norma CEI 64-8/4 – Prescrizioni per la sicurezza Protezioni mediante luoghi non conduttori – Cenni

Le protezioni mediante luoghi non conduttori sono definite nella Norma CEI 64-8 Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza, al capitolo 1.3: Protezione contro i contatti indiretti

Protezioni mediante luoghi non conduttori :

- **servono ad evitare contatti simultanei con parti che possano trovarsi ad un potenziale diverso**
- **le persone non devono poter entrare in contatto simultaneo con due masse oppure una massa ed una massa estranea**
- **a tal fine il luogo deve avere pavimento e pareti isolanti ed almeno una tra le seguenti disposizioni**
 - **distanza tra le masse (anche estranee) non inferiore a 2.5 m**
 - **interposizione di ostacoli tra masse e masse estranee che forzino le distanze del punto precedente**
 - **isolamento delle masse estranee**
- **la resistenza dei pavimenti e delle pareti isolanti non deve essere inferiore a 50 k Ω per tensioni di alimentazione fino a 500 V, 100 k Ω altrimenti**

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione – Sistemi TN

Viene effettuata una misura dell'impedenza dell'anello di guasto Z_s

Si effettua una verifica delle caratteristiche dei dispositivi di protezione, ovvero mediante un esame a vista si verifica che la corrente nominale e le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici e dei fusibili siano coordinate al valore di impedenza misurata

Deve essere verificata la relazione $Z_s \cdot I_a \leq U_0$ ove U_0 è la tensione nominale e I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo entro il tempo definito dalla seguente tabella, oppure entro 5s per circuiti terminali che alimentano solo componenti elettrici fissi

U_0 [V]	Tempo di interruzione [s]	U_0 [V]	Tempo di interruzione [s]
120	0.8	400	0.2
230	0.4	> 400	0.1

Dei dispositivi di protezione a corrente differenziale deve essere verificata l'efficienza generando una corrente differenziale di valore non superiore a I_{dn} mediante l'uso di adatte apparecchiature di prova

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

**Verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione – Sistemi TN –
un espediente mutuato dalla pratica**

Dopo aver effettuato la misura dell'impedenza dell'anello di guasto Z_s si calcola la corrente di corto circuito presunta attraverso la relazione $I_{a'} = U_0 / Z_s$ ove $I_{a'}$ è la corrente di corto circuito presunta e U_0 la tensione nominale dell'impianto, tipicamente 230 V per le misure effettuate tra fase e neutro e tra fase e terra e 400 V per le misure effettuate tra le fasi

Si verifica, nelle caratteristiche dei dispositivi di protezione, che la corrente $I_{a'}$ sia sufficiente a far intervenire il dispositivo entro i tempi previsti

Tipicamente la relazione $Z_s \cdot I_a \leq U_0$ è verificata, e quindi il dispositivo di interruzione automatica dell'alimentazione interviene entro i tempi previsti, quando la corrente di corto circuito presunta $I_{a'}$ è maggiore di dieci volte la corrente nominale del dispositivo

Questa relazione evita all'operatore il dover conoscere le curve di intervento (corrente – tempo) dei dispositivi di protezione, ma rappresenta comunque un'approssimazione cautelativa

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione – Sistemi TT

Viene effettuata una misura di resistenza di terra. Eventualmente si può misurare anche la resistenza del circuito di guasto qualora non fosse possibile utilizzare elettrodi di terra ausiliari, si otterrà un valore in eccesso

Si effettua una verifica delle caratteristiche dei dispositivi di protezione, ovvero mediante un esame a vista si verifica che la corrente nominale e le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici e dei fusibili siano coordinate al valore di resistenza misurata. Deve essere verificata la relazione $Z_s \cdot I_a \leq U_0$ ove U_0 è la tensione nominale e I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo entro 5 s

Dei dispositivi di protezione a corrente differenziale deve essere verificata l'efficienza generando una corrente differenziale di valore non superiore a I_{dn} mediante l'uso di adatte apparecchiature di prova

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche

Verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione – Sistemi IT

Deve essere calcolata o misurata la corrente di primo guasto. Questa misura non è necessaria se tutte le masse dell'impianto sono collegate all'impianto di terra dell'alimentazione nel caso in cui il sistema sia collegato a terra attraverso un'impedenza

Si devono prendere precauzioni mentre si effettua questa misura per evitare i pericoli dovuti ad un doppio guasto

In caso di secondo guasto, in base alla condizione che si presentano (come un impianto TN o come un impianto TT), si effettuano le ulteriori verifiche in base a quanto riportato precedentemente per gli impianti TN e TT

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche Prove di polarità

Qualora sia vietato installare dispositivi di interruzione unipolare sul conduttore di neutro, si deve effettuare una prova di polarità per verificare che tali dispositivi siano installati solo sulle fasi

Nei circuiti monofase il conduttore di neutro si individua misurando la tensione verso terra dei conduttori attivi. Il neutro presenta normalmente verso terra una tensione prossima allo zero

Nei circuiti trifase invece si misura la tensione tra il cavo che si suppone essere il neutro e gli altri tre conduttori. Se l'intuizione è corretta i tre valori misurati sono pressoché uguali

Norma CEI 64-8/6 – Verifiche Prove di funzionamento

Le unità costituite da diversi componenti, come le apparecchiature prefabbricate, i motori ed i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi devono essere sottoposti ad una prova per verificare che essi siano montati, regolati ed installati in accordo con le prescrizioni della Norma

I dispositivi di protezione devono essere sottoposti a prove di funzionamento per verificare che siano stati installati e regolati in modo appropriato

TN o come un impianto TT), si effettuano le ulteriori verifiche in base a quanto riportato precedentemente per gli impianti TN e TT

Norma CEI 64-8 Parte 7

Ambienti ed applicazioni particolari

Locali contenenti bagni o docce

Piscine e fontane

Locali contenenti riscaldatori per saune

...

Locali ad uso medico

...

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Campo di applicazione

Le prescrizioni della Norma CEI 64-8/7 si applicano agli impianti elettrici nei locali ad uso medico, al fine di assicurare la sicurezza dei pazienti e del personale medico

Le prescrizioni si riferiscono principalmente ad ospedali, cliniche private, studi medici e dentistici, locali ad uso estetico e locali ad uso medico nell'ambiente di lavoro (infermeria)

Le prescrizioni della CEI 64-8/7 NON SI APPLICANO agli apparecchi elettromedicali

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Definizioni – 1

Locale ad uso medico: locale destinato a scopi diagnostici, terapeutici, chirurgici, di sorveglianza o di riabilitazione dei pazienti (inclusi i trattamenti estetici)

Paziente: persona o animale sottoposta ad esame o trattamento medico, incluso quello dentistico (ai fini di questa norma anche estetico)

Apparecchio elettromedicale: apparecchio elettrico, munito di non più di una connessione ad una particolare rete di alimentazione, destinato alla diagnosi, al trattamento o alla sorveglianza del paziente, e che entra in contatto fisico con il paziente e/o trasferisce energia verso o dal paziente e/o rivela un determinato trasferimento di energia verso o dal paziente. L'apparecchio comprende gli accessori necessari per l'uso normale

Parte applicata: una parte dell'apparecchio che nell'uso normale:

- viene necessariamente in contatto fisico col paziente
- può essere portata in contatto fisico col paziente
- necessita di essere toccata dal paziente

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Definizioni – 2

Gruppo 0: locale ad uso medico nel quale non si utilizzano apparecchi elettromedicali con parti applicate

Gruppo 1: locale ad uso medico nel quale le parti applicate sono utilizzate:

- esternamente
- invasivamente ad eccezione della zona cardiaca

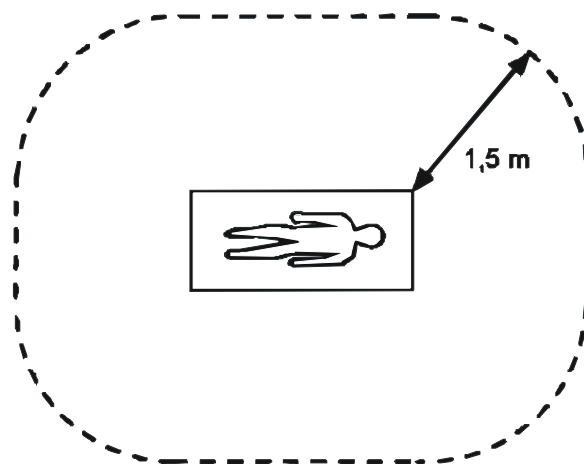
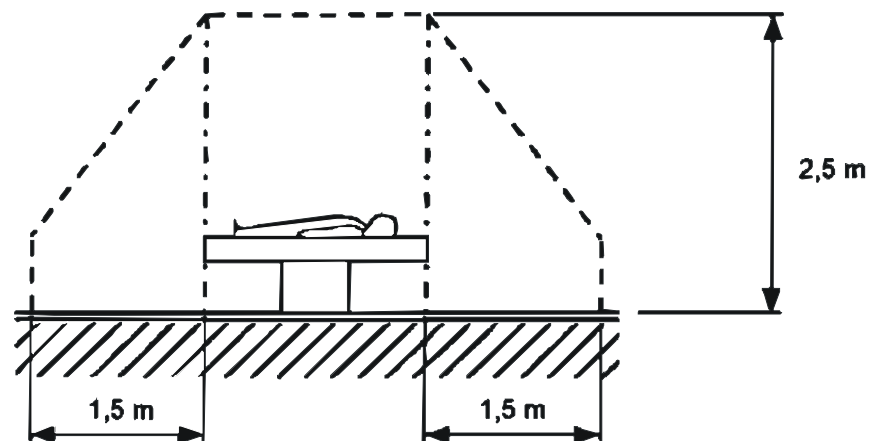
Gruppo 2: locale ad uso medico nel quale le parti applicate sono utilizzate in applicazioni intracardiache o dove il paziente è sottoposto a trattamenti dove la mancanza dell'alimentazione può comportare pericolo per la vita

Zona paziente: qualsiasi volume in cui un paziente con parti applicate può venire in contatto intenzionale, o non intenzionale, con altri apparecchi elettromedicali o sistemi elettromedicali o con masse estranee o con altre persone in contatto con tali elementi. Qualora la posizione del paziente non sia predeterminata, occorre prendere in considerazione tutte le possibili posizioni del paziente

La classificazione dei locali ad uso medico e l'individuazione della zona paziente vengono fatte dal personale medico e dalla direzione sanitaria

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Definizioni – 3 – Zona paziente



Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Definizioni – 4

Quadro di distribuzione principale: quadro di distribuzione nell'edificio destinato alla distribuzione principale dell'edificio (quadro generale) o ad una sua parte consistente, dove è misurato l'abbassamento di tensione al quale va riferito il funzionamento dei servizi di sicurezza

Sistema IT–M (IT medicale): sistema elettrico (avente i requisiti illustrati in una slide successiva) richiesto per i locali ad uso medico di gruppo 2

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti diretti

Quando sono usati i circuiti SELV e PELV in locali di gruppo 1 e di gruppo 2 la tensione applicata agli apparecchi utilizzati non deve superare i 25V AC oppure i 60V DC. E' necessario applicare la protezione tramite isolamento delle parti attive oppure mediante barriere od involucri. Le masse dei componenti elettrici ubicati nella zona paziente dei locali di gruppo 2 devono essere collegate al conduttore di protezione

In generale (non solo per circuiti SELV e PELV) contro i contatti diretti è permessa solo la protezione mediante isolamento oppure mediante barriere od involucri

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti indiretti – 1

Nei locali di uso medico di gruppo 1 e di gruppo 2 si applica quanto segue:

- per i sistemi IT, TN e TT $U_L \leq 25 \text{ V}$ (U_L = tensione di contatto limite)
- per i sistemi TN e IT si applica la seguente tabella che riporta i tempi massimi di interruzione:

Sistema TN		Sistema IT		
			Neutro non distribuito	Neutro distribuito
U_o [V]	t [s]	U_o/U [V]/[V]	t [s]	t [s]
120	0.4	120/240	0.4	1
230	0.2	230/400	0.2	0.4
400	0.06	400/600	0.06	0.2
> 400	0.02 ⁽⁺⁾	580/1000	0.02 ⁽⁺⁾	0.06
U_o = tensione tra fase e terra				
(+) = se tale tempo di interruzione non può essere garantito, può essere necessario prendere altre misure di protezione				

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti indiretti – 2 – Sistemi TN e TT

Per i locali di gruppo 1 i circuiti terminali che alimentino prese fino a 32 A devono essere protetti con interruttori differenziali avente corrente nominale non superiore a 30 mA

Per i locali di gruppo 2 tutti i circuiti devono essere protetti con interruttori differenziali avente corrente nominale non superiore a 30 mA, se non sono alimentati dal sistema IT–M

Occorre prestare attenzione affinché l'uso contemporaneo di numerosi apparecchi non provochi scatti intempestivi degli interruttori differenziali

Devono essere scelti interruttori differenziali solo di tipo A o di tipo B in funzione del tipo della possibile corrente di guasto

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti indiretti – 3 – Sistema IT – M

Un sistema IT–M deve essere alimentato con trasformatore di isolamento ad uso medico dotato di un dispositivo di controllo dell'isolamento in accordo alla CEI EN 61557-8 e che soddisfi inoltre queste caratteristiche:

- l'impedenza interna deve essere almeno 100 k Ω**
- la tensione di prova non deve superare 25 V DC**
- la corrente di prova non deve superare 1 mA DC anche in condizione di guasto**
- l'indicazione deve attivarsi quando la resistenza di isolamento scenda a 50 k Ω . Deve essere presente un dispositivo di prova per questa verifica**
- il dispositivo di controllo dell'isolamento non deve essere disinseribile**

E' necessario un sistema di allarme ottico–acustico che segnali al personale medico il funzionamento corretto od il guasto nell'isolamento

Per i locali di gruppo 2 il sistema IT–M è obbligatorio per circuiti che alimentano apparecchi od utilizzatori che si trovano o possano entrare nella zona paziente, ad eccezione degli apparecchi per raggi X oppure con una potenza nominale maggiore di 5 kVA

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti indiretti – 4 – Nodo equipotenziale

In ogni locale di gruppo 1 e di gruppo 2 deve essere installato un nodo equipotenziale a cui siano collegate le seguenti parti che possono essere situate, o che possono entrare, nella zona paziente:

- masse (conduttori di protezione)**
- masse estranee (conduttori equipotenziali)**
- schermi contro le interferenze elettriche (se presenti)**
- griglie conduttrici nel pavimento (se presenti)**
- schermo metallico del trasformatore di isolamento (se presente)**

E' consigliato collegare al conduttore equipotenziale i tavoli operatori a posa fissa e non elettrici, a meno che essi non siano destinati ad essere isolati da terra

La sezione dei conduttori equipotenziali non deve essere inferiore a 6mm²

Il nodo equipotenziale deve essere posto all'interno o vicino al locale ad uso medico e deve essere collegato al conduttore principale di protezione tramite un conduttore di sezione almeno equivalente a quella del conduttore di sezione più elevata collegato al nodo stesso

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Protezione contro i contatti indiretti – 5 – Misure

Nei locali di gruppo 2 con pericolo di microshock per massa estranea si intende una parte metallica che presenta una resistenza verso terra minore di $0,5 \text{ M}\Omega$

Negli altri locali di gruppo 2 e nei locali di gruppo 1 il limite di resistenza è 200Ω

Generalmente una massa estranea è suscettibile di introdurre il potenziale di terra. Sono da considerare masse estranee le parti metalliche non facenti parte dell'impianto elettrico (tubazioni, infissi, ecc.) che presentino verso terra un valore di resistenza inferiore a $1 \text{ k}\Omega$ in tutti gli ambienti ai quali si applica la CEI 64-8

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Ulteriori prescrizioni

La Norma definisce ulteriori prescrizioni in materia di:

- **Protezione contro l'incendio**
- **Dispositivi di protezione, sezionamento e comando**
- **Altri componenti elettrici**
- **Alimentazione dei servizi di sicurezza**
- **Sorgenti di alimentazione di sicurezza con un periodo di commutazione $\leq 0,5$ s**
- **Sorgenti di alimentazione di sicurezza con un periodo di commutazione ≤ 15 s**
- **Sorgenti di alimentazione di sicurezza con un periodo di commutazione > 15 s**
- **Apparecchi utilizzatori**
- **Verifiche**

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Verifiche iniziali

Devono essere registrate date e risultati delle prove e delle misure di ciascuna verifica che deve essere effettuata da un tecnico qualificato

In aggiunta alle normali verifiche iniziali per un generico impianto elettrico (esame visivo, isolamento dei conduttori, ecc.) nei locali di gruppo 1 e 2 devono essere effettuate anche le seguenti verifiche:

- prova funzionale dei dispositivi di controllo dell'isolamento di sistemi IT–M e dei sistemi di allarme ottico ed acustico (simulando che la resistenza verso terra scenda al di sotto di 50 k Ω)**
- misure per verificare il collegamento equipotenziale supplementare**
- misure delle correnti di dispersione dell'avvolgimento secondario a vuoto e sull'involucro dei trasformatori per uso medicale (se non già effettuata dal costruttore del trasformatore)**
- esame a vista per accertarsi che le prescrizioni normative siano state rispettate**

Norma CEI 64-8/7 – Locali ad uso medico

Verifiche periodiche

Devono essere registrate date e risultati delle prove e delle misure di ciascuna verifica che deve essere effettuata da un tecnico qualificato

Nei locali di gruppo 1 e 2 devono essere effettuate le seguenti verifiche periodiche negli intervalli di tempo indicati:

- **prova funzionale dei dispositivi di controllo dell'isolamento (6 mesi)**
- **controllo, mediante esame a vista, delle tarature dei dispositivi di protezione regolabili (1 anno)**
- **misure per verificare il collegamento equipotenziale supplementare (3 anni)**
- **prova funzionale dell'alimentazione dei servizi di sicurezza con motori a combustione:**
 - **prova a vuoto (1 mese)**
 - **prova a carico per almeno 30 minuti (4 mesi)**
- **prova funzionale dell'alimentazione dei servizi di sicurezza a batteria secondo le istruzioni del costruttore (6 mesi)**
- **prova dell'intervento degli interruttori differenziali (1 anno)**

Norma CEI 11-1

**Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in
corrente alternata**

Norma CEI 64-8 Parte 9

Impianti di terra

Criteri generali

**Dimensionamento degli impianti di terra a
frequenza industriale**

...

Verifica degli impianti di terra

Norma CEI 11-1/9 – Impianti di terra

Dimensionamento degli impianti di terra a frequenza industriale

Gli impianti di terra devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- **avere sufficienti resistenza meccanica e resistenza alla corrosione**
- **essere in grado di sopportare, dal punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili (di solito ottenute per calcolo)**
- **evitare danni a componenti elettrici ed a beni**
- **garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra**

I parametri da prendere in considerazione nel dimensionamento degli impianti di terra sono quindi:

- **valore della corrente di guasto a terra**
- **durata del guasto a terra**
- **caratteristiche del terreno**

Seguono quindi una serie di ulteriori prescrizioni

Norma CEI 11-1/9 – Impianti di terra

Verifica degli impianti di terra

L'efficienza degli impianti di terra deve essere verificata mediante esami a vista e prove prima della messa in servizio dell'impianto ed in seguito ad intervalli non superiori a:

- 6 anni per le stazioni elettriche degli impianti del distributore**
- 3 anni per gli impianti utilizzatori (impianti a valle del punto di consegna dell'energia da parte del distributore, comprese le eventuali stazioni elettriche dell'utente/cliente)**

La modalità di prova dell'efficienza di un impianto di terra comprende:

- continuità dei conduttori di terra**
- la misura della resistenza di terra**
- se necessaria la misura delle tensioni di contatto e di passo**

Le misure devono essere effettuate con l'impianto nelle condizioni di funzionamento ordinarie

La verifica dei conduttori di terra riguarda la rispondenza alla Norma delle sezioni minime, dei materiali, ecc.

Norma CEI 11-1/C – Tensione di contatto e corrente nel corpo umano

Equivalenza tra tensione di contatto e corrente nel corpo umano – 1

Per il calcolo dei valori ammissibili della tensione di contatto per impianti di alta tensione sono state fatte le seguenti assunzioni:

- percorso della corrente da una mano ai piedi**
- valore di impedenza del corpo umano avente una probabilità pari al 50% di non essere superato dalla popolazione**
- curva corrente-tempo che presenta la probabilità del 5% di provocare fibrillazione ventricolare**
- nessuna resistenza addizionale**

Assumendo ipotesi tratte dalla IEC 60479-1 si ottiene la seguente tabella:

Corrente I_B ammissibile nel corpo rispetto alla durata t_F del guasto			
Durata del guasto [s]	Corrente nel corpo [mA]	Durata del guasto [s]	Corrente nel corpo [mA]
0.05	900	1	80
0.1	750	2	60
0.2	600	5	51
0.5	200	10	50

Norma CEI 11-1/C – Tensione di contatto e corrente nel corpo umano Equivalenza tra tensione di contatto e corrente nel corpo umano – 2

Per ottenere la tensione ammissibile di contatto relativa alla durata del guasto è necessario determinare l'impedenza del corpo umano. Tale impedenza, che dipende dalle tensioni di contatto e dal percorso della corrente, è indicata nella IEC 60479-1 da cui si estrae la tabella:

Impedenza totale del corpo umano Z_B riferita alla tensione di contatto U_T per un percorso della corrente da mano a mano o da mano a piede			
Tensione di contatto [V]	Impedenza totale del corpo umano [Ω]	Tensione di contatto [V]	Impedenza totale del corpo umano [Ω]
25	3250	125	1625
50	2625	220	1350
75	2200	700	1100
100	1875	1000	1050

Considerando un percorso della corrente da mano a piedi si deve applicare un fattore 0.75 per l'impedenza del corpo

Norma CEI 11-1/C – Tensione di contatto e corrente nel corpo umano Equivalenza tra tensione di contatto e corrente nel corpo umano – 3

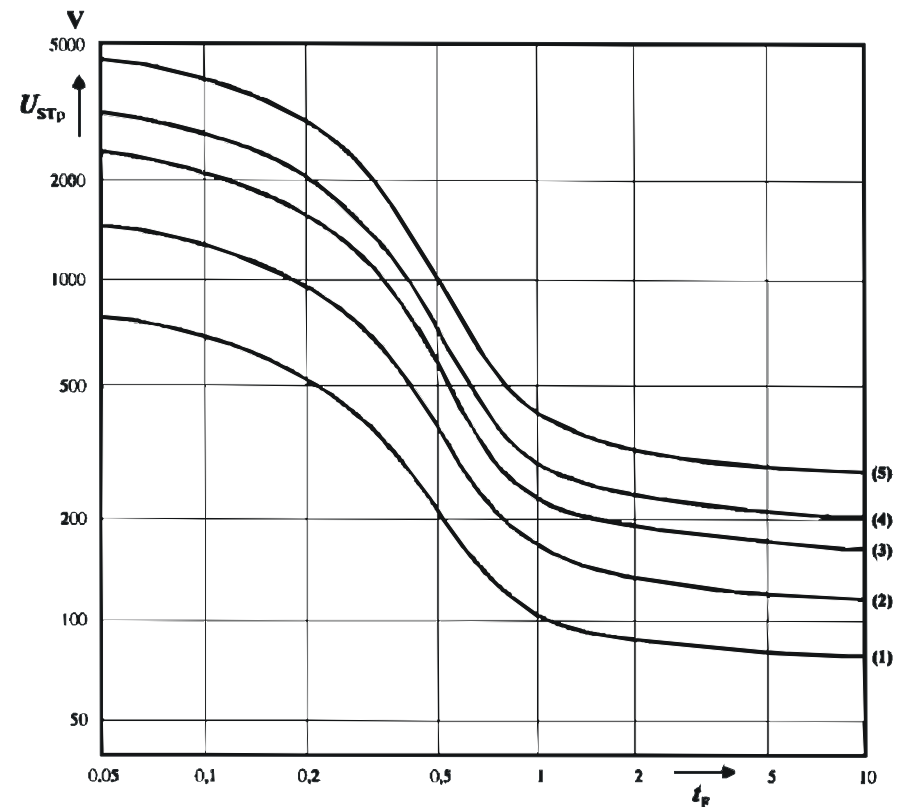
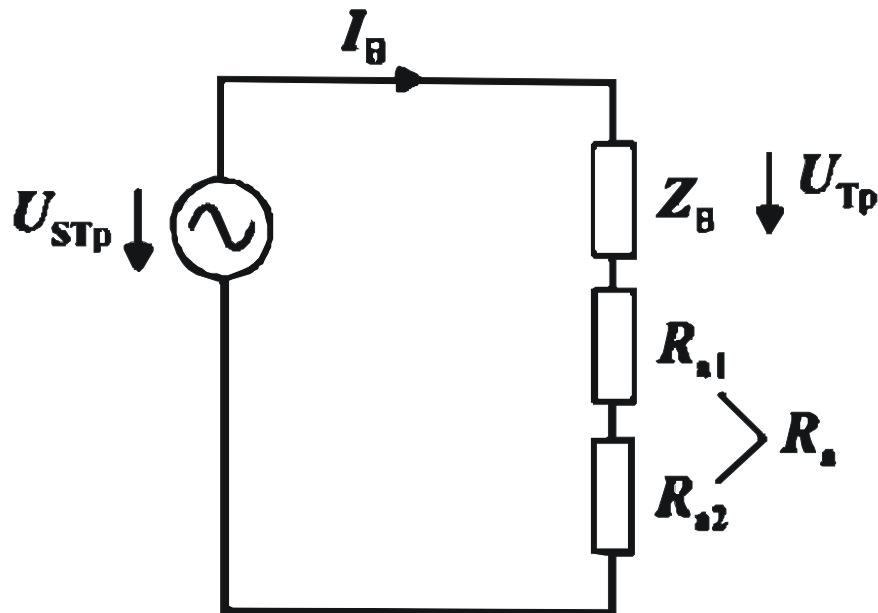
Unendo quanto esposto precedentemente ed applicando un procedimento iterativo si ottiene il limite di tensione di contatto in funzione della durata del guasto. Alcuni valori sono riportati nella seguente tabella:

Valori calcolati della tensione di contatto U_{Tp} ammissibile in funzione della durata t_F del guasto			
Durata del guasto t_F [s]	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} [V]	Durata del guasto t_F [s]	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} [V]
10	80	0.39	300
1.1	100	0.29	400
0.72	125	0.20	500
0.64	150	0.14	600
0.49	220	0.08	700

Norma CEI 11-1/C – Tensione di contatto e corrente nel corpo umano

Equivalenza tra tensione di contatto e corrente nel corpo umano – 4

E' possibile prendere in considerazione resistenze aggiuntive come la resistenza delle calzature o la resistenza verso terra del luogo di sosta. Tali elementi costituiscono un partitore con l'impedenza del corpo umano innalzando il limite della tensione di contatto ammissibile in funzione della durata del guasto. Ad esempio 1000Ω rappresenta un valore medio per scarpe vecchie e bagnate



Norma CEI 11-1/N – Misure in campo

Misure di resistenza di terra e di impedenza di terra

E' possibile utilizzare diversi metodi per la misura della resistenza e della impedenza di terra:

- metodo della caduta di tensione: la frequenza della tensione applicata non deve superare 150 Hz, la distanza della sonda dal dispersore in prova dovrebbe essere almeno 2,5 volte l'estensione massima del dispersore o 20 m, la distanza del dispersore ausiliario dal dispersore in prova dovrebbe essere almeno 4 volte l'estensione massima del dispersore o 40 m**
- metodo della misura ad alta frequenza: la frequenza della corrente di misura è talmente elevata da rendere ininfluenti le impedenze collegate in parallelo alla resistenza che si deve misurare**
- metodo di iniezione di corrente di valore elevato: il valore della corrente iniettata, pur se alla frequenza di rete, è talmente elevato che le tensioni misurate risultano molto maggiori delle possibili tensioni di interferenza e di disturbo**

Norma CEI 11-1

Conclusioni

Per le misure della resistenza di terra come prescritto dalla 11-1 ci si può attenere alla seguente procedura:

Misura della resistenza di terra R_a

Il gestore dell'energia (ENEL, ACEA, ecc.) fornisce la corrente di guasto I_g ed il tempo di intervento delle protezioni. Dalla tabella precedentemente riportata si individua la massima tensione di contatto ammissibile U_{Tp}

Se $R_a \cdot I_g \leq U_{Tp}$ non è necessario procedere ad alcuna misurazione della tensione di passo e della tensione di contatto, altrimenti occorre che tali misure, in ogni punto provato, risultino inferiori a U_{Tp}

In caso la tensione misurata risulti superiore a U_{Tp} occorre mettere in atto i provvedimenti di cui all'allegato D – Descrizione dei provvedimenti M

Norma CEI EN 61557

**Sicurezza elettrica nei sistemi di distribuzione a
bassa tensione fino a 100 V AC e 1500 V DC –
Apparecchi per prove, misure o controllo dei
sistemi di protezione**

Norma CEI EN 61557

Criteri generali

Resistenza di isolamento

Impedenza dell'anello di guasto

**Resistenza della connessione di terra e del
conduttore equipotenziale**

Resistenza di terra

Interruttori differenziali (RCD) in impianti TT e TN

Senso ciclico delle fasi

...

Norma CEI EN 61557-1

Criteri generali – 1

Lo strumento di misura, quando utilizzato per lo scopo per il quale è definito, non deve essere pericoloso per le persone, i materiali o le cose

Lo strumento deve essere conforme alla IEC1010-1

Se lo strumento indica le condizioni della tensione ai suoi terminali di misura, esso deve anche indicare se la tensione di alimentazione esiste e se il conduttore di fase è scambiato con quello di protezione

Condizioni operative di riferimento:

- temperatura $0 \div 35$ °C**
- posizione di ± 90 ° dalla posizione di riferimento**
- tensione di alimentazione $85 \div 110\%$ della tensione nominale**

Gli strumenti alimentati a batterie devono essere dotati di una funzione di controllo dello stato di carica delle batterie che verifichi che tale livello consenta l'effettuazione delle misure secondo le specifiche

Norma CEI EN 61557-1

Criteri generali – 2

I terminali devono essere progettati in modo che i cavi di prova possano essere collegati all'apparecchiatura in modo sicuro ed affidabile e che sia impossibile all'operatore toccare, anche in modo accidentale, qualunque parte in tensione

Gli strumenti devono essere progettati con doppio isolamento o isolamento rinforzato (classe II)

Gli strumenti devono essere progettati per la classe di inquinamento 2

Le marcature e le istruzioni operative devono essere conformi alla Norma IEC 1010-1. Ad esempio le istruzioni operative devono comprendere:

- schemi di collegamento**
- istruzioni per la misura**
- breve descrizione del principio di funzionamento**
- ...**

Norma CEI EN 61557-10

Apparecchi di misura combinati per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione

Questa parte della IEC 61557 specifica le prescrizioni per gli apparecchi di misura combinati che racchiudono in un singolo apparecchio diverse funzioni di misura o metodi di prova

L'operatore non deve essere sottoposto a pericolo quando la sovratensione più elevata viene applicata a ciascuna combinazione di tutti i terminali di prova in ogni possibile funzione e campo di misura dello strumento

Le altre parti della IEC 61557 fanno riferimento alle singole misure (resistenza di isolamento, impedenza dell'anello di guasto, ecc.) e saranno trattate nella parte di descrizione di tali prove