

Gruppi elettrogeni Guida alla protezione contro i contatti indiretti

(seconda parte)

Pubblicato il: 19/02/2007
Aggiornato al: 19/02/2007

di **Gianfranco Ceresini**

1. Protezioni con interruzione automatica dell'alimentazione

La protezione con interruzione automatica dell'alimentazione si adotta in genere quando i gruppi elettrogeni sono ad installazione fissa. Può essere utilizzato indifferentemente uno dei tre sistemi TT, TN o IT.

Sistema TT - Il sistema TT è il sistema di distribuzione in bassa tensione adottato nel nostro paese. Un punto del sistema elettrico, solitamente il neutro, è collegato in cabina ad una terra diversa da quella delle masse dell'utente. Per garantire la protezione dai contatti indiretti deve essere verificata la nota condizione: $R_E < U_{TP}/I_{dn}$ (R_E è la resistenza dell'impianto di terra dell'utente alla quale sono collegate le masse, U_{TP} è la tensione di contatto limite, 50 V in condizioni normali, 25 V in condizioni particolari, I_{dn} è la corrente d'intervento differenziale nominale del dispositivo differenziale). **Al primo guasto a terra intervengono le protezioni differenziali opportunamente coordinate con l'impianto di terra delle masse.** Alimentando tramite gruppo elettrogeno, per la verifica del coordinamento non ci si può più svincolare dai valori della resistenza R_N del neutro come quando l'alimentazione è fornita dalla società distributrice (la R_N è solitamente molto bassa, inferiore a 1 ohm). Nel nostro caso i valori di resistenza di terra potrebbero essere di volta in volta diversi (ad esempio se il gruppo elettrogeno è del tipo trasportabile) e quindi può essere utile stabilire entro quali valori di R_N occorre rientrare per garantire un'adeguata protezione. Il dispositivo differenziale interviene se la sua I_{dn} è minore o uguale al rapporto $U_0/(R_N + R_E)$ (fig. 10). Ricordando che la resistenza di terra delle masse deve essere $R_E < U_{TP}/I_{dn}$ si può ricavare $I_{dn} < U_0/(R_N + U_{TP}/I_{dn})$ e risolvendo rispetto R_N si può scrivere $R_N < (U_0 - U_{TP})/I_{dn}$.

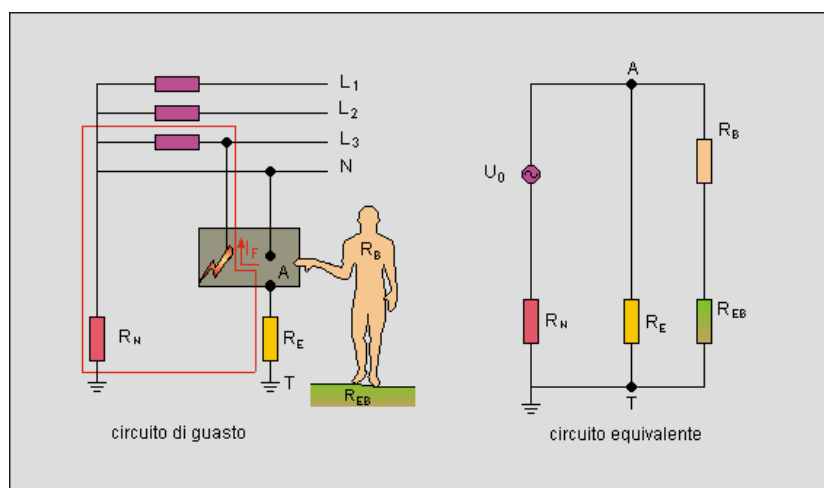


Fig. 10 – Sistema TT- Al primo guasto a terra intervengono le protezioni differenziali opportunamente coordinate con l'impianto di terra delle masse. Alimentando tramite gruppo elettrogeno, per la verifica del coordinamento non ci si può più svincolare dai valori della resistenza R_N del neutro come quando l'alimentazione è fornita dalla società distributrice.

Sistema TN - Il neutro e le masse sono collegate ad un unico impianto di terra tramite un conduttore di protezione. Un guasto franco a massa è riconducibile ad un cortocircuito che determina l'intervento delle protezioni di massima corrente. La protezione contro i contatti indiretti presuppone la verifica della condizione $U_0/Z_S > I_a$ (U_0 è la tensione di fase, Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto e I_a è la corrente che provoca l'intervento delle protezioni entro i tempi stabiliti, ad esempio, per una U_n di 230 V, nei circuiti terminali, 0,4 s in condizioni normali e 0,2 s in condizioni particolari). Nella maggior parte dei casi per la protezione contro i contatti indiretti si utilizzano dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. Se però il circuito soggetto a guasto è

molto lungo, e l'impedenza dell'anello di guasto ZS è elevata, per garantire il coordinamento con le protezioni potrebbe rendersi necessario l'impiego di interruttori differenziali. Oltre questo occorre non dimenticare che l'alternatore ha un'impedenza più elevata rispetto a quella di un trasformatore e potrebbe quindi essere più difficile il rispetto della suddetta condizione. La resistenza a terra R_N del neutro (intesa come l'insieme di tutti i dispersori, naturali e intenzionali, collegati in parallelo) non influenza in questo caso il coordinamento delle protezioni contro i contatti indiretti ma deve comunque essere verificata per evitare che, in caso di guasto a terra di una fase (nell'uso di linee aeree potrebbe ad esempio verificarsi il guasto di un cavo verso terra), sul neutro e su tutte le masse si possano stabilire tensioni pericolose. La resistenza a terra R_E nel punto di guasto può assumere valori non facilmente valutabili dipendendo dal tipo di guasto e di contatto a terra. **Se il contatto avviene con un elemento metallico in buon contatto col terreno, la resistenza può assumere valori molto bassi, viceversa, se il contatto avviene direttamente col terreno, la resistenza può essere più grande, dell'ordine delle migliaia di ohm.** Con riferimento alla figura 11, applicando la regola del partitore di tensione, si può calcolare il valore di tensione U_N assunto dal neutro: $U_N = R_N \times U_0 / (R_N + R_E)$. Un eventuale collegamento al sistema equipotenziale principale dell'elemento metallico (fig. 11b) cortocircuita il partitore di tensione formato da R_N e R_E . In assenza del collegamento equipotenziale, la norma si preoccupa che il conduttore di protezione e le masse ad esso collegate non assumano una tensione verso terra U_N superiore a 50V (CEI 64-8 art. 413.1.3.7). A tal fine deve essere soddisfatta la seguente condizione: $R_N / R_E < U_N / (U_0 - U_N)$ dalla quale si può ricavare $R_N = U_N R_E / (U_0 - U_N)$. Dal momento che la R_E non è sempre nota la norma suppone una resistenza minima di 10 ohm che permette, ponendo $U_N = 50$ V, di calcolare la R_N che circa dovrebbe essere minore o uguale a 2,7 ohm.

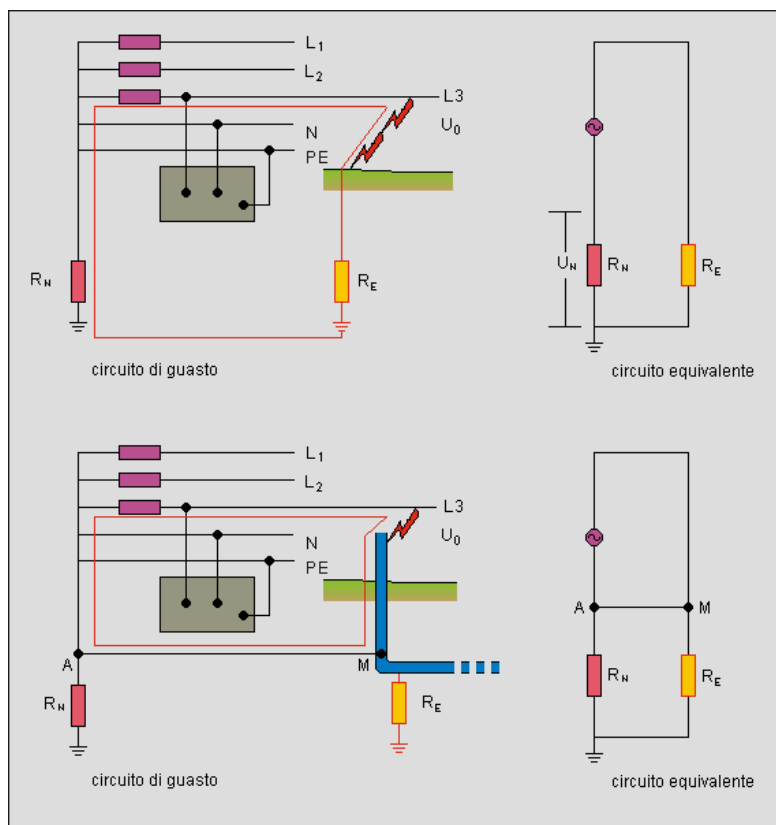


Fig. 11 – In un sistema TN-S la resistenza di terra del neutro R_N deve avere un valore tale da non introdurre, in caso di un guasto a terra di una fase, tensioni pericolose. La resistenza a terra del guasto R_E non è facilmente valutabile; può essere molto piccola se il guasto avviene con una parte metallica in buon contatto col terreno. Se è presente un collegamento al sistema equipotenziale principale il guasto si risolve in un cortocircuito.

Sistema IT - E' un sistema di distribuzione adatto quando deve essere privilegiata la continuità del servizio. Le parti attive sono isolate da terra, o un punto del circuito è collegato a terra mediante impedenza, mentre le masse sono collegate a terra. Quando il gruppo elettrogeno è utilizzato per la normale alimentazione si devono seguire le regole generali. Nei sistemi IT non è necessario interrompere il circuito al primo guasto a terra se è verificata la relazione $R_E < U_{TP} / I_d$ (R_E è la resistenza dell'impianto di terra dell'utente alla quale sono collegate le masse, U_{TP} è la tensione di

contatto limite, 50 V in condizioni normali, 25 V in condizioni particolari, I_d è la corrente di primo guasto a terra). Queste condizioni possono essere soddisfatte con facilità essendo I_d una piccola corrente di natura capacitiva. La tensione di contatto sarà sempre contenuta entro i valori limite perciò il primo guasto a terra su una fase potrà permanere senza particolari pericoli per le persone. Un primo guasto verso terra trasforma però il sistema IT in un TN o TT (a seconda di come è stato effettuato il collegamento a terra). Un secondo guasto a terra su un'altra fase non potrà più essere tollerato e quindi dovrà provocare l'intervento delle protezioni. Per garantire la continuità del servizio è richiesto un dispositivo di controllo dell'isolamento che avvisi quando si manifesta il primo guasto per poterlo rimuovere nel più breve tempo possibile e comunque prima che si verifichi un secondo guasto che provocherebbe il fuori servizio degli impianti. Se il gruppo elettrogeno funziona solo in emergenza, poiché il tempo in cui resta in funzione è limitato a poche ore o al limite a pochi giorni, la norma consente di evitare il dispositivo di controllo dell'isolamento, né di preoccuparsi di un eventuale doppio guasto a terra (413.1.5 della norma CEI 64-8). Si ritiene infatti improbabile che in questo breve lasso di tempo si possa manifestare un doppio guasto.

Una breve disamina occorre fare per quanto concerne la protezione dai contatti indiretti a monte della prima protezione, sulla massa del gruppo e sulla conduttura che lo collega al primo quadro di distribuzione dove sono collocate le prime protezioni. Un guasto a massa su un gruppo elettrogeno in un sistema TN (fig. 12) non è in genere pericoloso perché prevale l'impedenza dell'alternatore rispetto a quella del conduttore M-E che connette il neutro alla massa. Lo stesso si può dire per un sistema TT (le masse degli utilizzatori e il neutro sono collegate a terre separate) dove è possibile ricondursi alla situazione precedente quando il neutro e la massa del gruppo sono collegati fra loro.

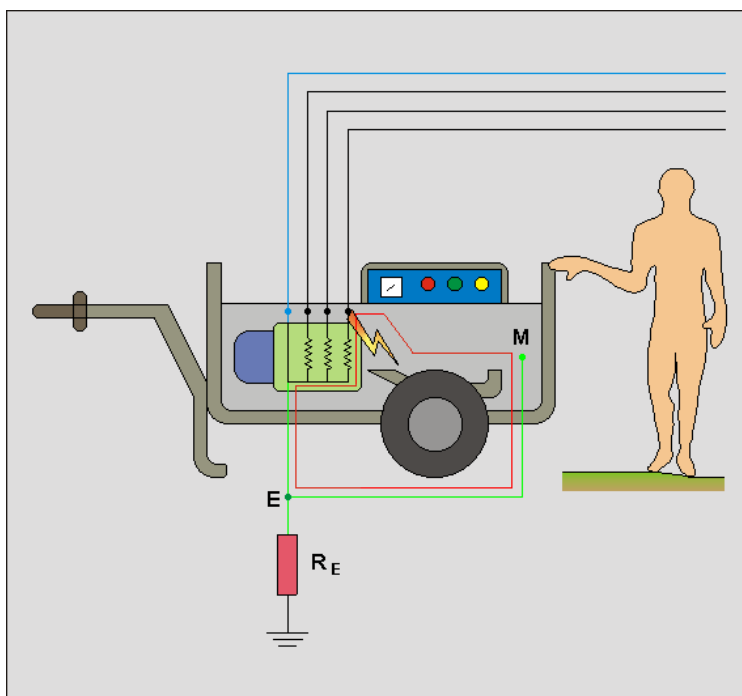


Fig. 12 – Un guasto sulla massa del gruppo elettrogeno in un sistema TN non è generalmente pericoloso perché prevale l'impedenza dell'alternatore rispetto a quella del conduttore che connette il neutro alla massa

Se il sistema è TN il pericolo per la persona aumenta, all'aumentare della lunghezza del conduttore di protezione, allontanandosi dal gruppo elettrogeno (fig. 13). Un guasto lontano non tempestivamente interrotto potrebbe assoggettare una persona ad una caduta di tensione pericolosa dovuta all'impedenza del conduttore di protezione. In ogni caso si ricorda che per i circuiti di sistemi TT, TN e IT alimentati tramite gruppi elettrogeni non permanenti e fissi (trasportabili) che alimentano impianti elettrici provvisori è richiesta una protezione da attuare mediante interruttori differenziali con $I_{dn} < 30 \text{ mA}$ (art. 551.4.5.2 norma CEI 64-8).

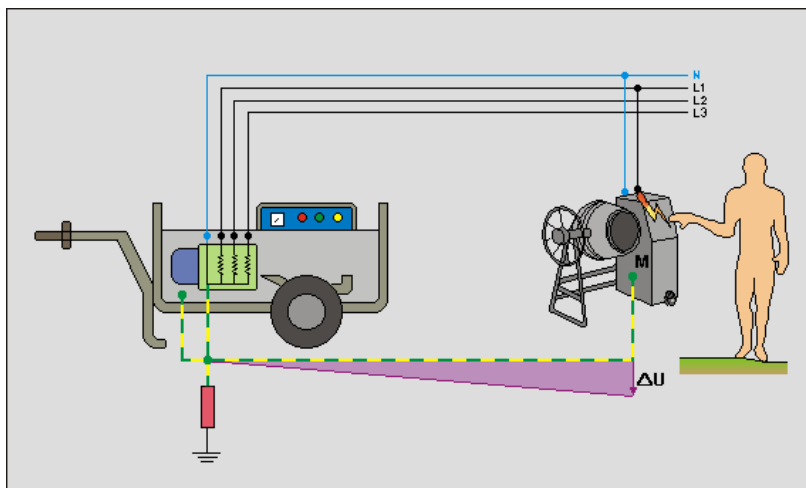


Fig. 13 – Un guasto lontano dal gruppo elettrogeno potrebbe dimostrarsi pericoloso, se non tempestivamente interrotto, a causa della caduta di tensione sul conduttore di protezione.

Il conduttore per il collegamento al sistema di terra (PE) può essere nudo o isolato. Nel caso sia isolato deve essere di colore giallo e verde (giallo-verde con fascetta blu se si tratta di conduttore PEN). La sezione può essere determinata convenzionalmente in relazione alla sezione del conduttore di fase o in base all'energia specifica passante sopportabile dal conduttore:

1. **Metodo convenzionale** - sezione uguale a quella del conduttore di fase per sezioni fino a 16 mm² (con un minimo di 2,5 mm² se protetto meccanicamente o di 4 mm² se non protetto meccanicamente), la metà della sezione del conduttore di fase (con un minimo di 16 mm²) per sezioni di fase maggiori di 16 mm²;
2. **Metodo dell'I²t** – la sezione SP del conduttore di protezione deve soddisfare la condizione:

$$S_p \geq \sqrt{I^2 t} / k$$

dove I è la corrente di guasto a terra in ampere e k è una costante che dipende dal tipo di conduttore e di posa (k=115 rame isolato in PVC, k=143 rame isolato in EPR, k=228 a vista in luogo accessibile solo a personale addestrato, in condizioni ordinarie, k= 138 rame nudo posato in un luogo con pericolo d'incendio).