

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI TN

Sistemi TN

Una caratteristica fondamentale dei sistemi TN è quella di prevedere l'alimentazione da parte del distributore direttamente in media tensione (MT) e di includere, pertanto, nell'impianto una propria cabina di trasformazione MT/BT.

Ciò comporta la coesistenza nello stesso impianto di sezioni funzionanti in MT e di altre sezioni d'impianto funzionanti in BT. Come vedremo, in caso di cedimento dell'isolamento di un componente d'impianto (guasto verso massa), le conseguenze del guasto sono differenti a seconda che il guasto riguardi un componente appartenente alla sezione d'impianto alimentata in MT oppure la sezione d'impianto alimentata in BT. Per questa ragione, ai fini della messa in sicurezza delle persone contro i contatti indiretti, i due tipi di guasto (guasto sulla sezione MT e guasto sulla sezione BT) vanno trattati separatamente, per via delle diverse soluzioni percorribili. Nel seguito tratteremo prima i guasti all'isolamento che possono verificarsi nella sezione alimentata in BT e poi quelli relativi alla sezione alimentata in MT.

La protezione contro i contatti indiretti, per guasto nella sezione alimentata in BT

Come già specificato i sistemi TN si distinguono, ulteriormente, in sistemi TN-C e sistemi TN-S.

Nei sistemi TN-C le masse della sezione d'impianto alimentata in BT sono collegate al neutro, mediante apposito conduttore di protezione (PE), seguendo il percorso più breve (conduttore PE non distribuito per tutta l'estensione dell'impianto). In questi sistemi, il neutro assume la doppia funzione di neutro e PE ed è designato con la sigla PEN.

Nei sistemi TN-S le masse della sezione d'impianto alimentata in BT sono collegate al neutro mediante apposito conduttore di protezione (PE) che è distribuito per tutta l'estensione dell'impianto e fino al centro stella del secondario del trasformatore di cabina MT/BT, risultando sempre separato dal conduttore di neutro.

Ai fini della messa in sicurezza delle persone contro i contatti indiretti, i due sistemi TN-C e TN-S vanno trattati separatamente, per via delle diverse soluzioni percorribili.

E' giusto il caso di segnalare che, spesso, in uno stesso impianto possono coesistere sezioni d'impianto classificabili come TN-C (solitamente i circuiti primari, immediatamente a valle della cabina di trasformazione MT/BT) e sezioni d'impianto classificabili come TN-S (solitamente i circuiti terminali e più lontani dalla cabina MT/BT). In questo caso il sistema è pertanto di tipo misto TN-C e TN-S e la sicurezza delle persone contro i contatti indiretti in ogni sezione d'impianto è garantita progettandola secondo quanto sarà detto per i singoli sistemi TN-C e TN-S.

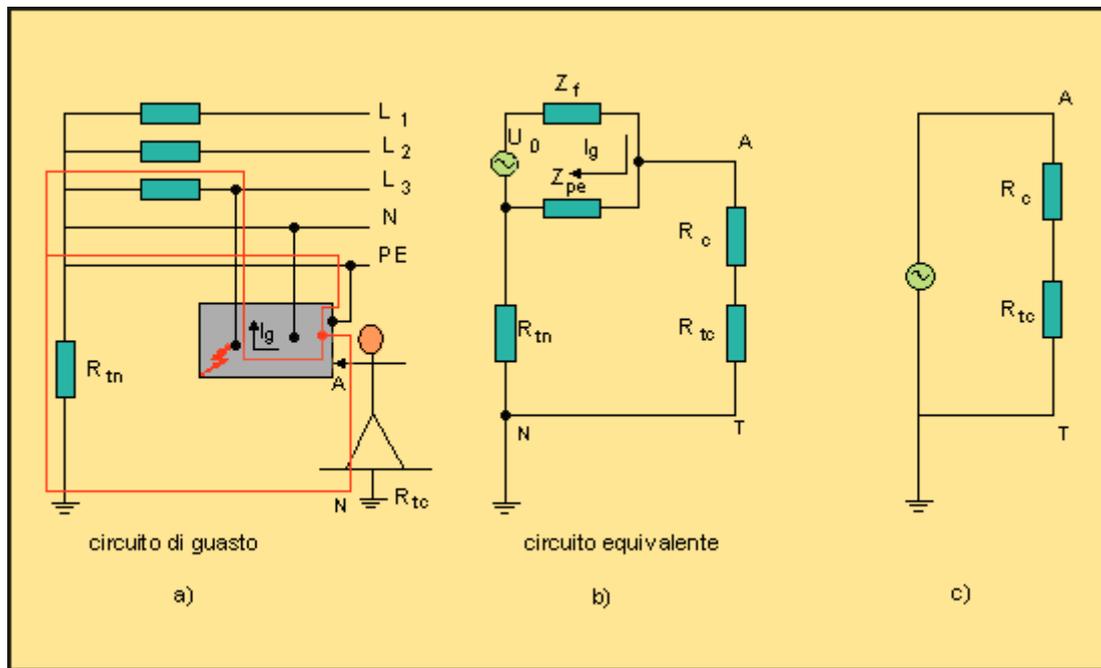
La protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN-C

Si consideri il caso di un contatto indiretto in un sistema TN-C (conduttore di protezione portato subito al neutro e, pertanto, non distinto dallo stesso neutro, per tutta l'estensione dell'impianto).

Se trascuriamo l'impedenza interna del trasformatore MT/BT, indichiamo con Z_f l'impedenza della fase guasta (ad esempio la L3), con Z_{pe} l'impedenza del conduttore di protezione, con R_c+R_{tc} la resistenza della persona e con R_m quella di terra del neutro, la situazione di guasto a terra è rappresentabile dal seguente circuito equivalente:

La protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN-S

Si consideri il caso di un contatto indiretto in un sistema TN-S (conduttore di protezione completamente distinto dal conduttore di neutro per tutta l'estensione dell'impianto). Se trascuriamo come al solito l'impedenza interna del trasformatore, indichiamo con Z_f l'impedenza della fase guasta (ad esempio la L3), con Z_{pe} l'impedenza del conduttore di protezione, con R_c+R_{tc} la resistenza della persona e con R_{tn} quella di terra del neutro, la situazione di guasto a terra è rappresentabile dal seguente circuito equivalente:



Circuito di guasto franco a terra in un sistema TN

b) circuito equivalente c) Il circuito di guasto si comporta come un generatore ideale di tensione.

Tra i punti A e N in assenza del carico R_c+R_{tc} (in assenza del contatto da parte della persona) nell'anello di guasto, costituito da Z_f e Z_{pe} , circola la corrente :

$$\bar{I}_g = \frac{\bar{U}_0}{\bar{Z}_f + \bar{Z}_{pe}} = \frac{\bar{U}_0}{\bar{Z}_g}$$

Dove $Z_f+Z_{pe} = Z_g$ è chiamata impedenza dell'anello di guasto.

Nello studio del circuito di guasto in un sistema TN si ipotizza un guasto franco a terra; se il guasto a terra non fosse franco, a tale impedenza andrebbe aggiunta l'impedenza localizzata nel punto di guasto. Nei sistemi TT si utilizzano gli interruttori differenziali e la protezione contro i contatti indiretti è comunque assicurata (l'efficacia della protezione non dipende dal valore della eventuale resistenza di guasto). Uno dei vantaggi dei sistemi TN sta nell'utilizzare le protezioni di massima corrente contro i contatti indiretti, ma solo ipotizzando un guasto franco a terra perché altrimenti sarebbe impossibile garantire la protezione dai contatti indiretti. La casistica disponibile ha comunque dimostrato che il rischio è accettabile in quanto un guasto non franco a terra è poco frequente anche perché tende ad evolvere rapidamente in un guasto franco. Come vedremo in seguito, ogni rischio viene eliminato utilizzando gli interruttori differenziali rinunciando però al vantaggio di usare gli interruttori magnetotermici.

Tra i punti A ed N si ha la tensione di contatto a vuoto U_{C0} :

$$\bar{U}_{C0} = \bar{Z}_{pe} \times \bar{I}_g = \frac{\bar{Z}_{pe}}{\bar{Z}_f + \bar{Z}_{pe}} \times \bar{U}_0 =$$

La U_{C0} risulta pertanto proporzionale alla U_0 per mezzo del rapporto Z_f / Z_{pe} e, nel caso particolare di conduttori di fase e di protezione con sezione uguale (nei circuiti terminali quando $Z_{pe}=Z_f$), per cui si ricava:

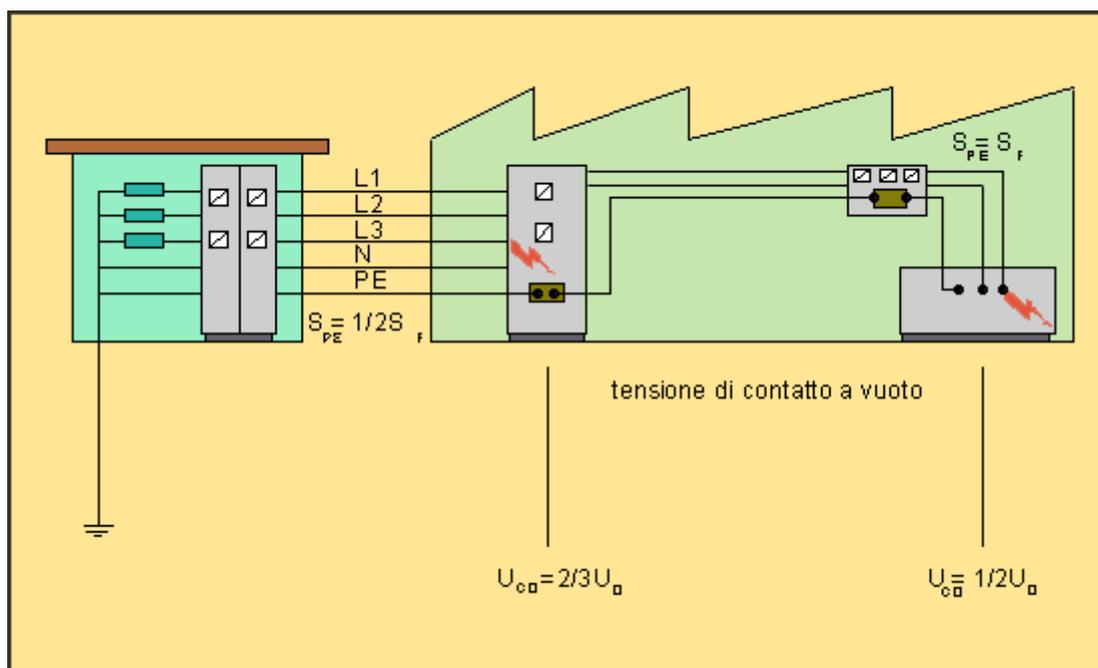
$$\bar{U}_{C0} = \frac{1}{2} \bar{U}_0$$

Se invece, caso piuttosto frequente (nelle linee di distribuzione principale, quando la sezione del conduttore di fase è maggiore di 16 mm², la sezione del conduttore di protezione può essere minore di quella di fase), la sezione del conduttore di protezione è la metà di quella di fase ($Z_{pe}=Z_f/2$), sempre si ottiene:

$$\bar{U}_{C0} = \frac{2}{3} \bar{U}_0$$

Applicando il teorema di Thévenin-Norton tra i punti A e N la Z_{eq} vale:

$$\bar{Z}_{eq} = \frac{\bar{Z}_f \times \bar{Z}_{pe}}{\bar{Z}_f + \bar{Z}_{pe}} + R_{tr}$$



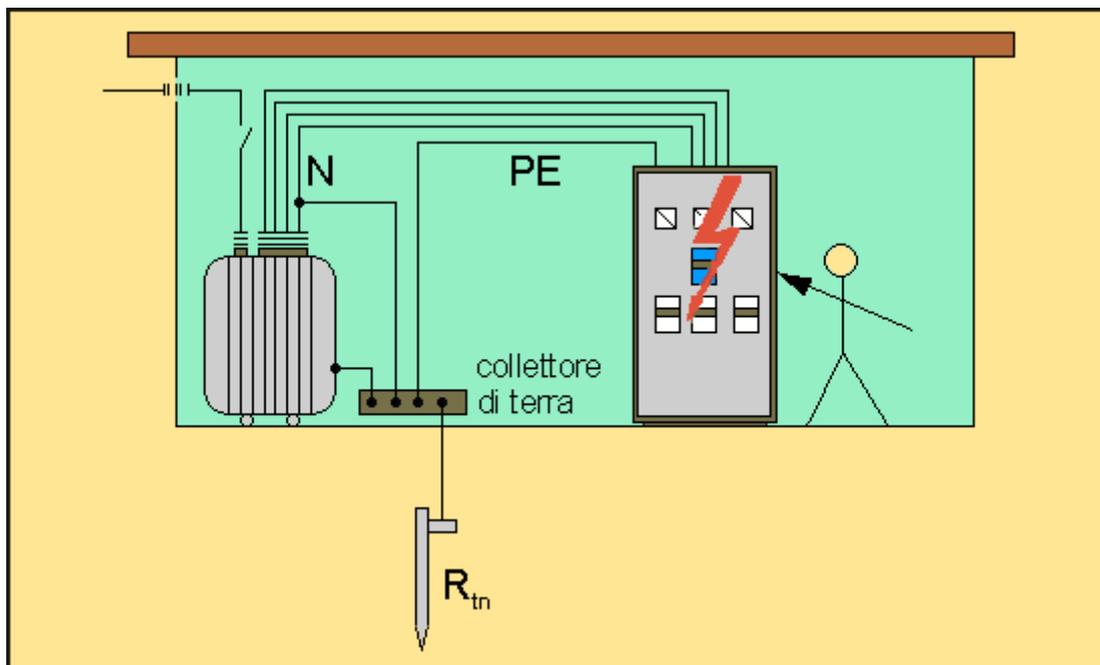
In quella parte dell'impianto dove la sezione del conduttore di protezione è la metà del conduttore di fase la tensione di contatto a vuoto tende al valore $2/3 U_0$.

Nei circuiti terminali la tensione di contatto a vuoto diminuisce tendendo al valore di $1/2 U_0$ in quanto l'impedenza del tratto terminale diventa prevalente rispetto a quella a monte e i conduttori di fase e protezione hanno la medesima sezione.

La Z_{eq} è in genere trascurabile rispetto alla R_c+R_{tc} della persona e quindi il contatto della persona non altera significativamente la tensione preesistente sulla massa. Il circuito di guasto si comporta, nei confronti del corpo umano, come un generatore ideale di tensione. Risulta evidente che in questo caso il guasto franco a massa rappresenta un cortocircuito perché la corrente è limitata dalla sola impedenza del circuito di guasto Z_s (l'anello di guasto non interessa alcuna resistenza di terra essendo costituito esclusivamente da elementi metallici). Per uno stesso circuito, sempre nell'ipotesi che l'impedenza del trasformatore sia trascurabile e che il conduttore di protezione PE segua nel suo percorso i conduttori di fase, si può notare che, aumentando la distanza del punto di guasto rispetto la cabina, Z_f+Z_{pe} aumenta mentre il rapporto Z_f/Z_{pe} rimane costante (nello stesso circuito le sezioni di Z_f e di Z_{pe} rimangono costanti per tutto il tratto) col risultato che la U_{C0} rimane costante mentre la I_g diminuisce. Da queste considerazioni si può capire come non sia sempre possibile interrompere il circuito in tempi sufficientemente brevi da rendere la tensione sulla massa non pericolosa, soprattutto se l'interruzione del circuito è affidata ad un dispositivo di massima corrente perché, allontanandosi col punto di guasto rispetto la cabina (guasto in fondo alla linea di un circuito terminale), al diminuire della I_g aumenta il suo tempo d'intervento. La U_{C0} , dipendendo solamente dal rapporto Z_f/Z_{pe} , è difficilmente quantificabile nei vari punti dell'impianto perché varia a seconda della distanza del punto di guasto dalla cabina. Da quanto detto, sempre ipotizzando di trascurare l'impedenza interna del trasformatore e assumendo che il conduttore di protezione segua lo stesso percorso dei conduttori di fase (stessa lunghezza, stesso tipo di posa ecc..) si può notare che:

- la tensione di contatto a vuoto è costante lungo uno stesso circuito, qualunque sia il punto in cui si verifica il guasto d'isolamento;
- la tensione di contatto a vuoto è massima nel punto più lontano dal trasformatore quando la sezione del PE è inferiore a quella del conduttore di fase (circuiti di distribuzione principali dove $Z_{pe}=Z_f/2$ e U_{C0} tende al valore $^{2/3} U_0$);
- quando la sezione del PE diventa uguale a quella del conduttore di fase (nei circuiti terminali l'impedenza di fase è uguale all'impedenza del PE) la U_{C0} diminuisce tendendo al valore $^{1/2} U_0$ in quanto l'impedenza dei circuiti terminali diventa prevalente rispetto quelli a monte.

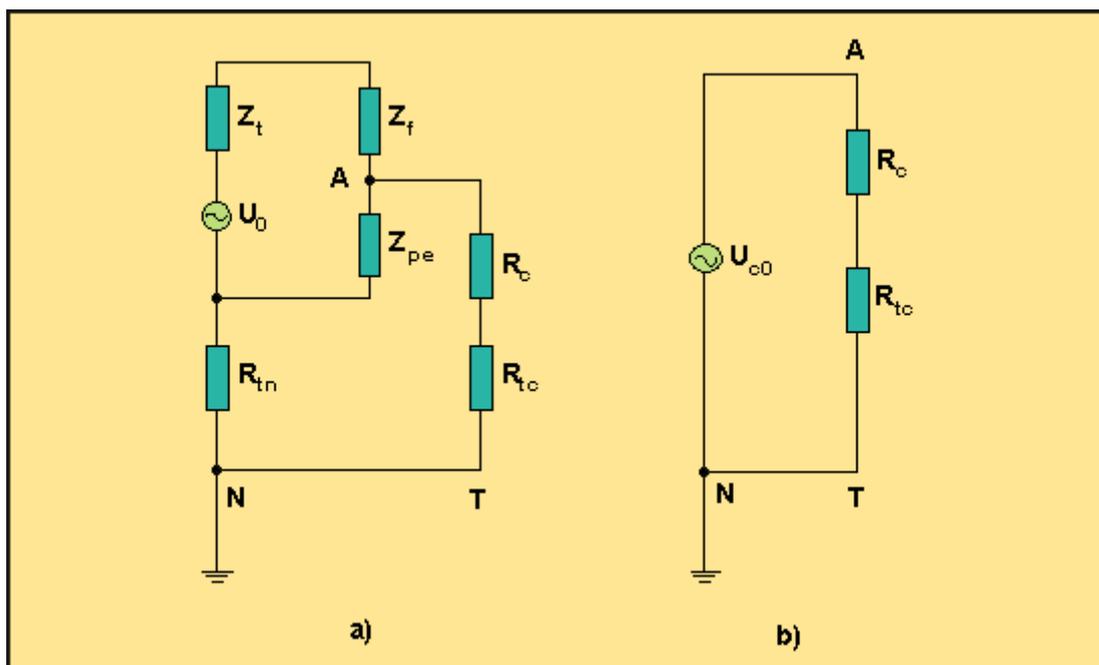
Un discorso particolare fa fatto per un guasto che si verificasse, nelle vicinanze del trasformatore (vedi anche capitolo "Cabina elettrica d'utente MT/BT"), su di una massa all'inizio dell'impianto (ad esempio il quadro generale di distribuzione nella cabina di trasformazione). Normalmente una situazione di questo tipo non introduce tensioni di contatto pericolose se la distanza della massa dal trasformatore non è eccessiva (a seconda della potenza del trasformatore e della sezione del PE la distanza limite può essere compresa tra i 10 e i 30 metri), data la prevalenza dell'impedenza del trasformatore Z_T rispetto a quella del conduttore di protezione. Per mantenere una tale condizione anche all'aumentare della distanza del quadro generale rispetto al trasformatore si potrebbe operare una maggiorazione della sezione del conduttore di protezione. Alla luce di queste considerazioni non sembra quindi conveniente ridurre la sezione del PE dal trasformatore al quadro generale di cabina.



Un guasto franco a terra in cabina in un sistema TN non è in genere pericoloso

Nei pressi del trasformatore di cabina, dove Z_f e Z_{pe} sono in genere molto piccole e prevale la Z_T , si ha:

$$\bar{U}_{c0} = \frac{\bar{Z}_{pe}}{\bar{Z}_T + \bar{Z}_f + \bar{Z}_{pe}} \times \bar{U}_0 = \frac{1}{1 + \frac{\bar{Z}_T}{\bar{Z}_{pe}} + \frac{\bar{Z}_f}{\bar{Z}_{pe}}} \times \bar{U}_0 = \frac{1}{1 + \frac{\bar{Z}_T}{\bar{Z}_{pe}} + \bar{\infty}} \times \bar{U}_0 \cong 0$$

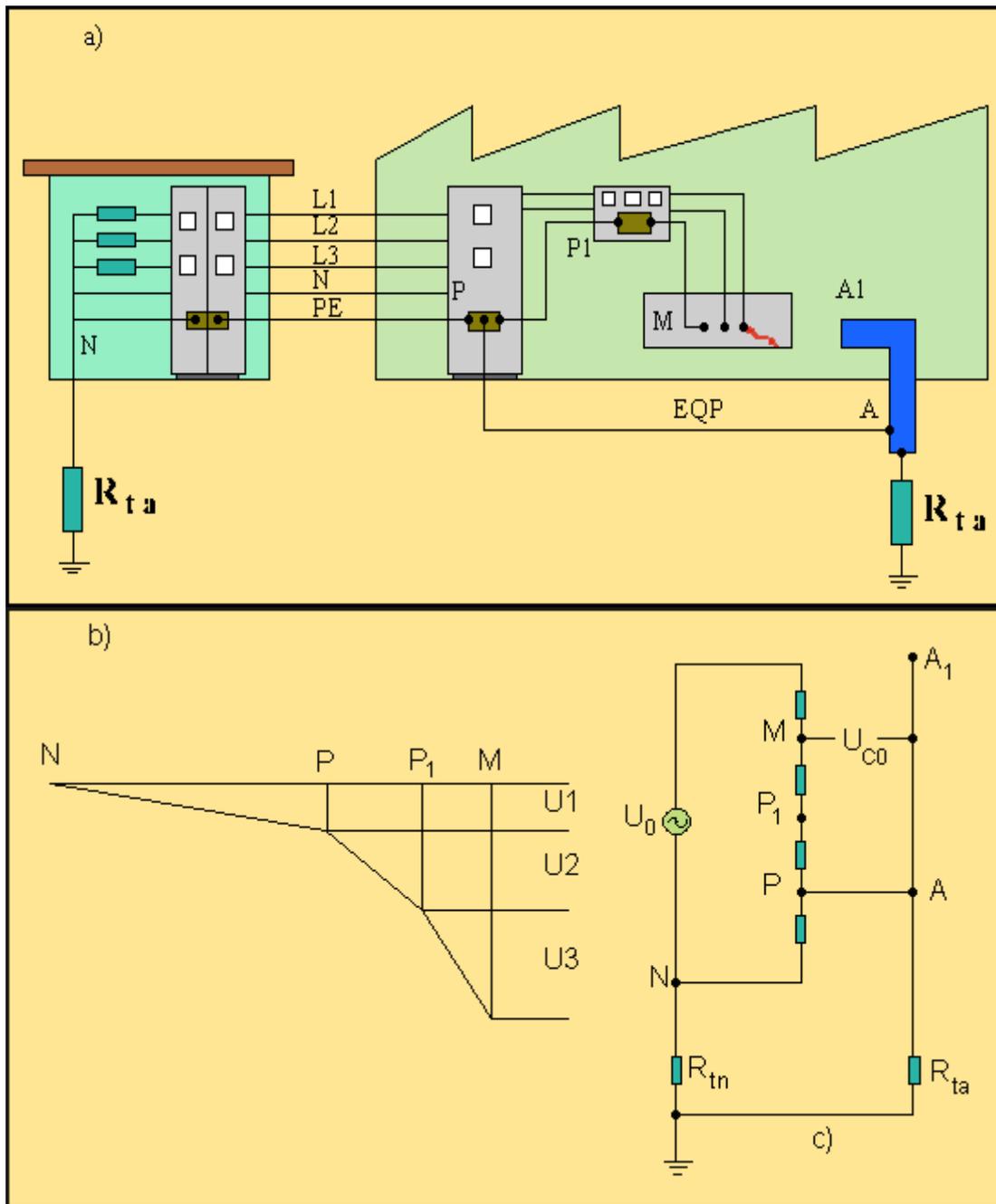


Circuito equivalente di un guasto sul quadro generale di cabina in un sistema TN

I collegamenti equipotenziali

La situazione descritta nel paragrafo precedente corrisponde al caso limite di una persona all'aperto in cui la tensione di contatto a vuoto coincide con la tensione totale. All'interno di un edificio le

condizioni di sicurezza migliorano perché con i collegamenti equipotenziali si può ridurre la tensione di contatto ad una parte della tensione totale. I collegamenti equipotenziali sono molto più importanti per la sicurezza nei sistemi TN che non nei sistemi TT.



A causa di un guasto tutte le masse assumono un potenziale che dipende da Z_f/Z_{pe} . Si ha una caduta di tensione sul PE che non può essere trascurata.

b) Circuito equivalente. Si possono stabilire differenze di potenziale tra le masse e tra queste e le masse esterne. Un guasto che avvenisse su di una massa all'inizio dell'impianto (in cabina) in genere non introduce potenziali pericolosi

Caratteristiche della protezione dai contatti indiretti

Per attuare la protezione con dispositivi di massima corrente o differenziali in un sistema TN è richiesto che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la seguente condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove :

U_0 = tensione nominale in valore efficace tra fase e neutro in volt dell'impianto relativamente al lato in bassa tensione

Z_s = Impedenza totale in ohm dell'anello di guasto che comprende il trasformatore il conduttore di fase e quello di protezione tra il punto di guasto e il trasformatore

I_a = Corrente in ampere che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato in tabella.

Se si impiega un dispositivo differenziale, I_a è la corrente I_{dn} differenziale nominale, se invece si utilizza lo stesso dispositivo impiegato per la protezione contro le sovracorrenti si può usare, per la verifica della relazione, la corrente di intervento della protezione magnetica I_m che fa intervenire la protezione in tempi inferiori a quelli prescritti dalla norma.

U_0 (V)	Tempo di interruzione (s)	
	Ambienti normali	Ambienti particolari
120	0,8	0,4
230	0,4	0,2
400	0,2	0,06
>400	0,1	0,02

Per un guasto franco a terra le norme CEI richiedono l'intervento dei dispositivi di protezione entro un tempo tanto più piccolo quanto maggiore è la tensione di fase; ad esempio dalla tabella per $U_0 = 230V$ (nuovo valore unificato a livello europeo) il tempo d'interruzione non deve superare 0,4 s con l'eccezione dei circuiti di distribuzione e dei circuiti terminali che alimentano apparecchi fissi per i quali è ammesso un tempo d'intervento non superiore ai 5s purché sia soddisfatta una delle seguenti condizioni enunciate dall'art. 413.3.5 delle Norme CEI 64-8:

- l'impedenza del conduttore di protezione che collega il quadro di distribuzione al punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale (generalmente il collettore di terra) non deve essere superiore a $Z_{PE} = Z_s \times 50 / U_0$;
- esiste un collegamento equipotenziale supplementare che collega localmente al quadro di distribuzione gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale che soddisfa le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale di cui al Capitolo 54 delle Norme CEI 64-8.

Un *circuito terminale* è un circuito che alimenta un apparecchio utilizzatore o una presa a spina mentre un *circuito di distribuzione* è un circuito e che fa capo generalmente ad un quadro elettrico dal quale si distribuiscono più circuiti terminali. Un guasto a terra su di un circuito di distribuzione è poco probabile; potrebbe avvenire su di in canale metallico o sul quadro di distribuzione, meno probabile comunque che sugli apparecchi utilizzatori o sui componenti dell'impianto. Se a questo si aggiunge la difficoltà di garantire la selettività tra le protezioni, sia di sovracorrente che differenziali, si comprende perché si sia adottato il tempo di 5s per questi circuiti. Anche per gli apparecchi fissi di grande potenza sarebbe stato arduo rispettare i tempi di 0,4s e, dal momento che solitamente sono meno pericolosi degli apparecchi trasportabili, la Norma ci concede di interrompere il circuito in 5s. Su di un apparecchio fisso la probabilità che si manifesti un guasto non è comunque del tutto trascurabile e le tensioni che vi si stabiliscono per 5s possono trasferirsi sulle masse degli apparecchi trasportabili e portatili (Gli apparecchi trasportabili sono più pericolosi di quelli fissi anche se in genere, come prescrive il DPR 547/55 all'art. 315, sono di classe II e quindi protetti per costruzione dai contatti indiretti. In sede internazionale sono però ammessi anche apparecchi di classe I ed ecco che la Norma prescrive l'interruzione automatica del circuito e il

rispetto dei tempi della tabella per tutti gli apparecchi elettrici trasportabili anche se alimentati da presa a spina). E' così che si spiegano le due condizioni prescritte dalle Norme che tengono conto, a differenza dei circuiti di distribuzione in cui la probabilità di guasto è minore, della maggior probabilità che si possano verificare guasti sugli apparecchi fissi. In un sistema TN, in caso di guasto a terra, il potenziale che assume l'apparecchio guasto, in questo caso l'apparecchio fisso, sappiamo che dipende dalla caduta di tensione sul conduttore di protezione per cui il potenziale varia da una massa all'altra (a differenza del sistema TT in cui, a causa di un guasto in un punto qualsiasi dell'impianto, tutte le masse assumono uno stesso potenziale dipendendo questo dal rapporto tra la resistenza di terra dell'impianto e la resistenza di terra del neutro). Un'eventuale massa estranea assume il potenziale che ha il conduttore di protezione all'ingresso del fabbricato, dove è stato effettuato il collegamento equipotenziale principale. Tra massa e massa estranea si stabilisce una differenza di potenziale che dipende dalla caduta di tensione che si ha sul PE dall'ingresso dell'edificio alla massa. Il potenziale assunto dall'apparecchio fisso viene trasferito anche alla massa di un'eventuale apparecchio trasportabile che, proprio perché trasportabile, può mettere l'operatore in condizione di toccare contemporaneamente la massa dell'apparecchio trasportabile e la massa estranea.

L'operatore potrebbe essere così sottoposto per cinque secondi ad una differenza di potenziale che però non deve essere superiore a 50V.

In alternativa, se la tensione di contatto è superiore a 50V bisogna effettuare un collegamento equipotenziale supplementare a livello del quadro secondario che alimenta sia l'apparecchio fisso che l'apparecchio mobile. La tensione tra l'apparecchio trasportabile e la massa estranea si riduce così alla caduta di tensione sul PE che collega la massa dell'apparecchio fisso al quadro secondario. La tensione assunta dalla massa dell'apparecchio fisso si trasferisce sulla massa dell'apparecchio mobile a causa del tratto comune di PE che collega il collettore principale al quadro secondario. Se i due apparecchi fossero alimentati separatamente e direttamente dal quadro generale questo non accadrebbe. Una differenza di potenziale si manifesta comunque tra i due utilizzatori ma la Norma ritiene questo pericolo accettabile entro i 5s di permanenza del guasto a terra.

Abbiamo visto in precedenza come la curva di sicurezza faccia riferimento alla tensione di contatto a vuoto e che tale tensione dipende dal rapporto tra l'impedenza di fase e l'impedenza del conduttore di protezione (nel caso molto frequente in cui le due impedenze sono uguali risulta $U_{C0}=U_0/2$). In presenza del collegamento equipotenziale principale sappiamo che la tensione a cui è sottoposta una persona normalmente si riduce. Inoltre, dal momento che un guasto a terra può essere paragonato ad un corto circuito, la Norma assume convenzionalmente che la tensione si riduca del 20%. Se U_0 vale 230V e se Z_f è uguale a Z_{pe} (fino a sezioni di 16 mm² il conduttore di protezione ha normalmente la stessa sezione del conduttore di fase $Z_f=Z_{pe}$) si ottiene la tensione di contatto a vuoto:

$$\frac{0,8 \times 230}{1 + \frac{Z_f}{Z_{pe}}} = \frac{184}{1+1} = U_{C0} = 92V$$

Alla tensione di 92 V, sulla curva di sicurezza in condizioni ordinarie, corrisponde il tempo di 0,4 s. Per sezioni del conduttore di fase superiori a 16 mm² la sezione del conduttore di protezione è in genere la metà del conduttore di fase, Z_f è minore di Z_{pe} e la situazione peggiora essendo $Z_f/Z_p = 0,5$.

La tensione di contatto U_{C0} diventa:

$$\frac{0,8 \times 230}{1,5} = U_{C0} = 122,7V$$

In questo caso la curva di sicurezza non è del tutto verificata. Nonostante le apparenze il sistema TN è abbastanza sicuro, va infatti ricordato che i valori di corrente che si presume possano attraversare il corpo umano in condizioni di guasto e che sono serviti per costruire la curva di sicurezza, si riferiscono a condizioni circuitali e ambientali molto cautelative. Nella maggioranza dei casi le

condizioni sono sicuramente migliori e solo in casi particolari sono possibili condizioni più gravose. Un caso critico, per altro poco frequente, è quello di *guasto non franco a terra* e cioè con l'interposizione di una resistenza tra la fase e la massa. Questa potrebbe limitare la corrente ritardando l'apertura del circuito senza ridurre la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza. Ovviamente se la U_{C0} non supera in nessun punto i 50V non è necessario l'intervento delle protezioni. Se poniamo $U_{C0}=50V$, $U_0=230V$ e risolviamo rispetto a Z_p :

$$U_{C0} = 50 = \frac{0.8 \times 230}{1 + \frac{Z_f}{Z_{pe}}} = \frac{184}{\frac{Z_f + Z_{pe}}{Z_{pe}}} = \frac{184 \times Z_{pe}}{Z_f + Z_{pe}}$$

$$50 \times Z_f + 50 \times Z_{pe} = 184 Z_{pe}$$

$$50 \times Z_f = -50 \times Z_{pe} + 184 Z_{pe}$$

$$50 \times Z_f = 134 Z_{pe}$$

$$Z_{pe} = Z_f \times 0,373$$

$$Z_{pe} = \frac{Z_f}{2,68}$$

Se Z_{pe} è inferiore a $Z_f/2,68$ la tensione di contatto totale (cioè la tensione di contatto tra la massa interessata e il punto del sistema a potenziale zero) è inferiore a 50 V. Questo è impossibile da ottenere quando si fa uso esclusivamente del conduttore di protezione incorporato nel cavo di alimentazione, come normalmente accade negli impianti di tipo civile dove l'impianto, che si sviluppa prevalentemente in verticale, è dotato di un unico collettore di terra posto alla base dei montanti dal quale si dipartono i vari conduttori di protezione. Tali valori di Z_{pe} si possono invece ottenere facilmente negli impianti industriali nei quali al trasporto della corrente di guasto sono chiamati vari elementi dell'impianto di terra. Si potrebbe ad esempio far seguire al fascio di cavi di potenza un conduttore di protezione principale di notevole sezione cui potrebbero far capo i singoli conduttori di protezione degli utilizzatori e il conduttore di protezione principale che lungo il suo percorso potrebbe essere collegato anche ad un certo numero di collettori di terra. Questi potrebbero, a loro volta, essere collegati mediante conduttori di terra al dispersore a maglia, che partecipa al trasporto della corrente di guasto verso il centro stella del trasformatore. In questo modo il circuito di ritorno presenta un'impedenza molto bassa che permette di limitare la tensione di contatto al di sotto di 50 V). Con questo sistema si ottiene anche una buona equipotenzialità che riduce la tensione di contatto a valori ancora più bassi. Da notare che se nella peggiore situazione di guasto non viene superato sulle masse il valore della tensione di contatto limite (U_L - 50V per gli ambienti ordinari - 25 V per quelli particolari) non si possono creare situazioni pericolose e le norme permettono di non attuare la protezione contro i contatti indiretti mediante il sistema ad interruzione automatica dell'alimentazione in tempi prestabiliti (messa a terra coordinata con il dispositivo di interruzione). Occorre però sottolineare che conoscere la tensione di contatto sulle masse non è sempre facile. La si può misurare immettendo una corrente di prova nel circuito e andando alla ricerca dei punti più pericolosi che però possono essere molto numerosi e quindi difficili da individuare. E' una ricerca molto delicata e che viene normalmente affidata all'esperienza del verificatore.

Interruttori differenziali e sistema TN

Tutte le preoccupazioni emerse sopra vengono meno utilizzando gli interruttori differenziali perché sono dispositivi in grado di aprire il circuito in centesimi di secondo (con le elevate correnti di guasto, tipiche dei sistemi TN, in 30-40ms). Non va dimenticato però che il vantaggio dei sistemi TN è quello di utilizzare i dispositivi di massima corrente per la protezione dai contatti indiretti: ricorrere agli interruttori differenziali vuol dire rinunciare a questo vantaggio.

Bisogna infine ricordare che questi dispositivi possono essere utilizzati solo nei sistemi TN-S in quanto nei sistemi TN-C l'uso combinato del conduttore di neutro e di protezione ne impedirebbe il funzionamento in caso di guasto a terra.

Nei sistemi TN si è detto che un guasto franco a terra costituisce un corto circuito monofase a terra quindi la corrente differenziale corrisponde ad una corrente di corto circuito. L'interruttore deve essere capace di interromperla poiché si è in presenza proprio di una corrente differenziale. Come per un interruttore magnetico contro il cortocircuito è stabilito il potere d'interruzione, così per l'interruttore differenziale deve essere specificato il potere d'interruzione differenziale. Se il dispositivo non è dotato di sganciatori di sovracorrente nei sistemi TN occorre verificare che il potere d'interruzione differenziale sia maggiore della corrente presunta di cortocircuito monofase a terra. In alternativa il dispositivo differenziale deve essere associato ad un dispositivo di protezione di massima corrente capace di assicurare la protezione di tutto il circuito compreso il differenziale in situazione di cortocircuito (il coordinamento tra i vari dispositivi deve essere dichiarato dal costruttore).

Il neutro in condizioni anomale del circuito

In caso di anomalia nel circuito il neutro può assumere tensioni verso terra pericolose e tutte le masse assumono questa tensione anche se non sono interessate da nessun guasto d'isolamento. Queste tensioni possono essere originate o sull'impianto di terra del neutro o sul conduttore di neutro stesso. L'impianto di terra del neutro può introdurre tensioni pericolose a causa di un guasto verso terra sull'alta tensione. Contro tale tipo di guasto intervengono i dispositivi di protezione del Distributore entro tempi che devono essere noti e comunicati, a richiesta, all'Utilizzatore dell'impianto TN, insieme al valore della corrente di guasto verso terra sul sistema di alta tensione, I_g . Tale guasto può permanere per lungo tempo ed è necessario che la resistenza R_n sia di valore tale per cui la tensione applicata su di essa (a causa della circolazione della corrente di guasto verso terra, I_g) non superi il valore U_L di tensione limite; deve cioè essere rispettata la relazione:

$$R_n \times I_g \leq U_L$$

La U_L deve essere determinata a partire dal tempo di eliminazione del guasto (tempo di intervento delle protezioni del Distributori), comunicato dal Distributore insieme al valore della I_g .