

Imola, 01/07/2022



GUIDA AI SISTEMI DI DISTRIBUZIONE

Document Version	0.1
Issue Date	01/07/2022
Prepared by	Riccardo Massaro
Approved by	Davide Dal Pozzo

CONFIDENTIALITY: This document and its attachments are **STRICTLY CONFIDENTIAL** and are addressed solely to the persons listed above. The document disclose confidential information and intellectual properties contents whose are rights are of ELSA Solutions SpA. All the information contained therein are stricly confidential and shall not be forwarded / showed / copied / transmitted / communicated to third parties without written authorization by ELSA Solutions SpA.

Sommario

FINALITA' DEL DOCUMENTO:	3
SISTEMI DI DISTRIBUZIONE – INTRODUZIONE.....	4
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE TT.....	5
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IT.....	7
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE TN	9
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	9
a) TN-S.....	10
b) TN-C	11
c) TN-CS	12
SCHEMA RIASSUNTIVO	13
BIBLIOGRAFIA	15

ELSA Solutions SpA

FINALITA' DEL DOCUMENTO:

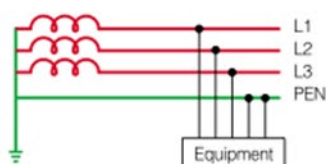
In questa breve guida descriviamo e analizziamo i sistemi di distribuzione della rete elettrica in Bassa Tensione, come vengono classificati e quali sono le caratteristiche principali di ciascun sistema. E' bene tenere in considerazione questi aspetti anche durante la progettazione e sviluppo di veicoli elettrici.

ELSA Solutions SpA

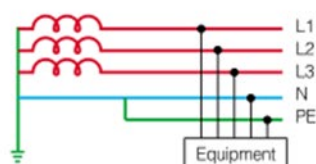
SISTEMI DI DISTRIBUZIONE – INTRODUZIONE

Il sistema di alimentazione di base utilizzato nell'alimentazione per i progetti di costruzione di impianti industriali è il sistema trifase a quattro fili. Ma la connotazione di questi termini non è molto rigorosa. Per questo motivo la Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) ha stabilito disposizioni uniformi, ovvero: sistema TT, sistema TN e sistema IT. Il sistema TN è a sua volta suddiviso in TN-C, TN-S, TN-CS.

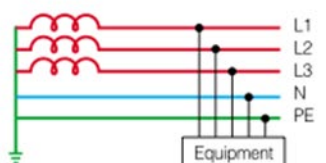
TNC system
230/400 V



TNC-S system
230/400 V



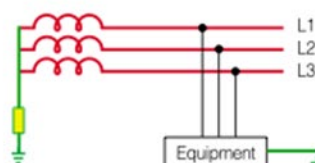
TNS system
230/400 V



TT system
230/400 V



IT system
230/400/600 V



Le reti elettriche in bassa tensione si distinguono in base a:

- Tipologia di corrente: (1) AC, 3(N)AC, DC
- Tipologia e numero di conduttori attivi del sistema: L1, L2, L3, N ovvero L+, L-
- Tipologia del collegamento a terra del sistema: IT, TT, TN

La scelta del collegamento a terra deve essere effettuata con prudenza, in quanto essa determina in maniera decisiva il comportamento e le proprietà della rete ed è condeterminante per gli aspetti di utilizzo come:

- Sicurezza di alimentazione o disponibilità di energia elettrica
- Dispendio a livello d'installazione
- Manutenzione, tempi di fermo macchina
- Compatibilità elettromagnetica

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE TT

T	T	IMPIANTO DEDICATO DI MESSA A TERRA LATO CARICO
ALIMENTAZIONE CON NEUTRO TRASFORMATORE A TERRA	CARICO A TERRA	PRESENTE UNA TERRA LOCALE

Il metodo TT si riferisce a un sistema di protezione che mette a terra direttamente l'alloggiamento metallico di un dispositivo elettrico, chiamato "sistema di messa a terra di protezione" o anche "sistema TT". Il primo simbolo T indica che il punto neutro del sistema di alimentazione è direttamente collegato a terra, il secondo simbolo T indica che la parte conduttiva del dispositivo di carico che non è esposta al corpo in tensione è direttamente collegata a terra, indipendentemente da come l'impianto è messo a terra. Tutta la messa a terra del carico nel sistema TT è chiamata messa a terra di protezione.

In pratica, quando l'impianto elettrico è alimentato direttamente in bassa tensione dall'azienda fornitrice. È quanto accade all'interno delle abitazioni private (solitamente 230 V monofase). Il conduttore di neutro è considerato attivo a tutti gli effetti e, come tale, deve essere sezionabile. In un sistema TT l'impianto di terra della cabina del fornitore che trasforma la media tensione in bassa è diverso dall'impianto di terra dell'edificio alimentato.

Le caratteristiche di questo sistema di alimentazione sono le seguenti:

- 1) Quando il guscio metallico dell'apparecchiatura elettrica è carico (la linea di fase tocca il guscio o l'isolamento dell'apparecchiatura è danneggiato e perde), la protezione della messa a terra può ridurre notevolmente il rischio di scosse elettriche. Tuttavia, gli interruttori di circuito a bassa tensione (interruttori automatici) non scattano necessariamente, facendo sì che la tensione di dispersione a terra del dispositivo di dispersione sia superiore alla tensione di sicurezza, che è una tensione pericolosa.
- 2) Quando la corrente di dispersione è relativamente piccola, anche un fusibile potrebbe non essere in grado di attivarsi. Pertanto, è necessaria anche una protezione dalle perdite per la protezione. Pertanto, il sistema TT è difficile da diffondere.
- 3) Il dispositivo di messa a terra del sistema TT consuma molto acciaio ed è difficile riciclare, tempo e materiali.

Il sistema T-T è impiegato per la distribuzione dell'energia elettrica in BT alle piccole utenze civili e industriali che impegnano una potenza minore di 100 KW e non hanno una propria cabina di trasformazione. Questi utenti devono realizzare un proprio impianto di terra.

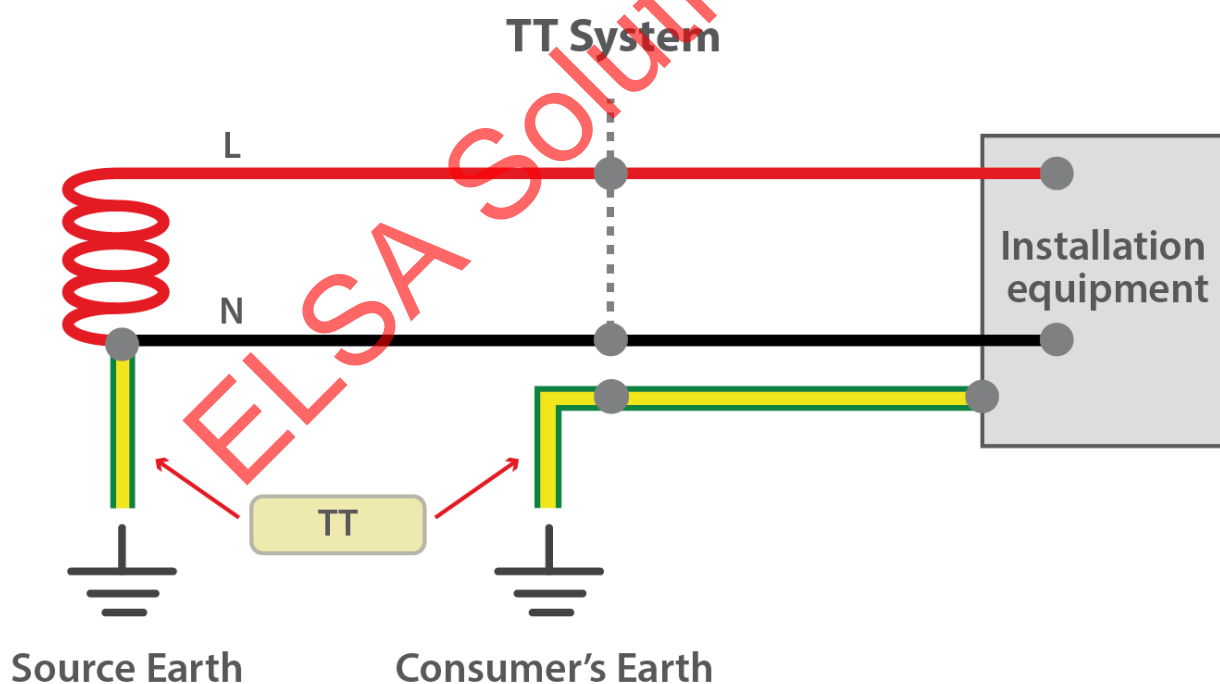
Le principali caratteristiche del sistema T-T da questo punto di vista sono:

- 1) La cabina MT/BT è proprietà dell'ente distributore;
- 2) I conduttori a bassa tensione uscenti dalla cabina sono 4;
- 3) Il conduttore neutro è collegato all'impianto di terra della cabina realizzata dall'ente distributore;

- 4) L'utente non può usare il neutro per collegare a terra le masse metalliche del suo impianto, ma deve realizzare un proprio impianto di terra;
- 5) Ogni edificio deve avere obbligatoriamente il proprio impianto di terra;
- 6) Il neutro è considerato conduttore attivo e deve essere interrotto dall'interruttore generale di ogni impianto utilizzatore (deve essere sezionabile) pertanto l'interruttore generale di un impianto monofase deve essere bipolare mentre quello di un impianto trifase deve essere quadripolare;
- 7) Il conduttore di protezione PE dell'impianto di terra non deve mai essere sezionabile.

Con una configurazione TT quindi, i consumatori utilizzano il proprio collegamento di terra all'interno dei locali, che è indipendente da qualsiasi collegamento di terra sul lato sorgente.

Con i sistemi di messa a terra TT, è necessario un Dispositivo a Corrente Residua RCD (noti in gergo anche come *interruttori salvavita F1*) su tutti i circuiti di alimentazione CA per una protezione adeguata. Secondo la norma IEC 60364-4-41, tutte le parti conduttive esposte che sono protette collettivamente dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate dai conduttori di protezione a un elettrodo di terra comune a tutte quelle parti. E' necessario fare verifiche periodiche per il sistema di terra onde evitare malfunzionamenti che possono costituire situazioni di pericolosità.



SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IT

I	T	IMPIANTO DEDICATO DI MESSA A TERRA LATO CARICO
ALIMENTAZIONE CON NEUTRO TRASFORMATORE ISOLATO	CARICO A TERRA	PRESENTE UNA TERRA LOCALE

In un impianto realizzato con architettura di tipo IT NON è presente la messa a terra sull'alimentazione o viene eseguita tramite una connessione ad alta impedenza. In termini più semplici, il NEUTRO del TRASFORMATORE non è messo a terra. Questo tipo di messa a terra non viene utilizzato per le reti di distribuzione ma è frequentemente utilizzato nelle sottostazioni e per sistemi alimentati da generatori indipendenti. Questi sistemi sono in grado di offrire una buona continuità di alimentazione durante il funzionamento ed è il motivo per cui vengono utilizzati nei casi in cui la disconnessione dell'alimentazione a causa di un guasto può generare maggiori rischi rispetto alla condizione in cui si mantiene l'energia (classico esempio: apparecchiature elettrica sala chirurgica) . La seconda lettera T indica che l'apparecchiatura elettrica lato carico è messa a terra.

Il sistema di alimentazione in modalità IT ha un'elevata affidabilità e una buona sicurezza quando la distanza di alimentazione non è lunga. Viene generalmente utilizzato in luoghi in cui non sono consentiti blackout o in luoghi in cui è richiesta una rigorosa alimentazione continua, come la produzione di energia elettrica, sale operatorie in grandi ospedali e miniere sotterranee. Anche nell'ambito marino sono diffuse le applicazioni di sistemi IT, soprattutto a seguito dell'avvento di soluzione di propulsione ibride ed elettriche.

Sia nel sistema TT che nel sistema TN, se c'è un guasto di isolamento in qualche utilizzatore elettrico, circolano correnti molto elevate nei conduttori della linea e intervengono i sistemi di protezione che aprono il circuito e viene a mancare l'energia elettrica. Per avere una maggiore continuità di servizio, sotto certe condizioni si può usare il sistema IT. Utilizzando il sistema di alimentazione IT, infatti, anche se il punto neutro dell'alimentatore non è messo a terra, una volta che il dispositivo perde isolamento, la corrente di dispersione verso terra relativa è ancora piccola e non danneggerà l'equilibrio della tensione di alimentazione. Pertanto, è più sicuro del sistema di messa a terra neutra dell'alimentatore.

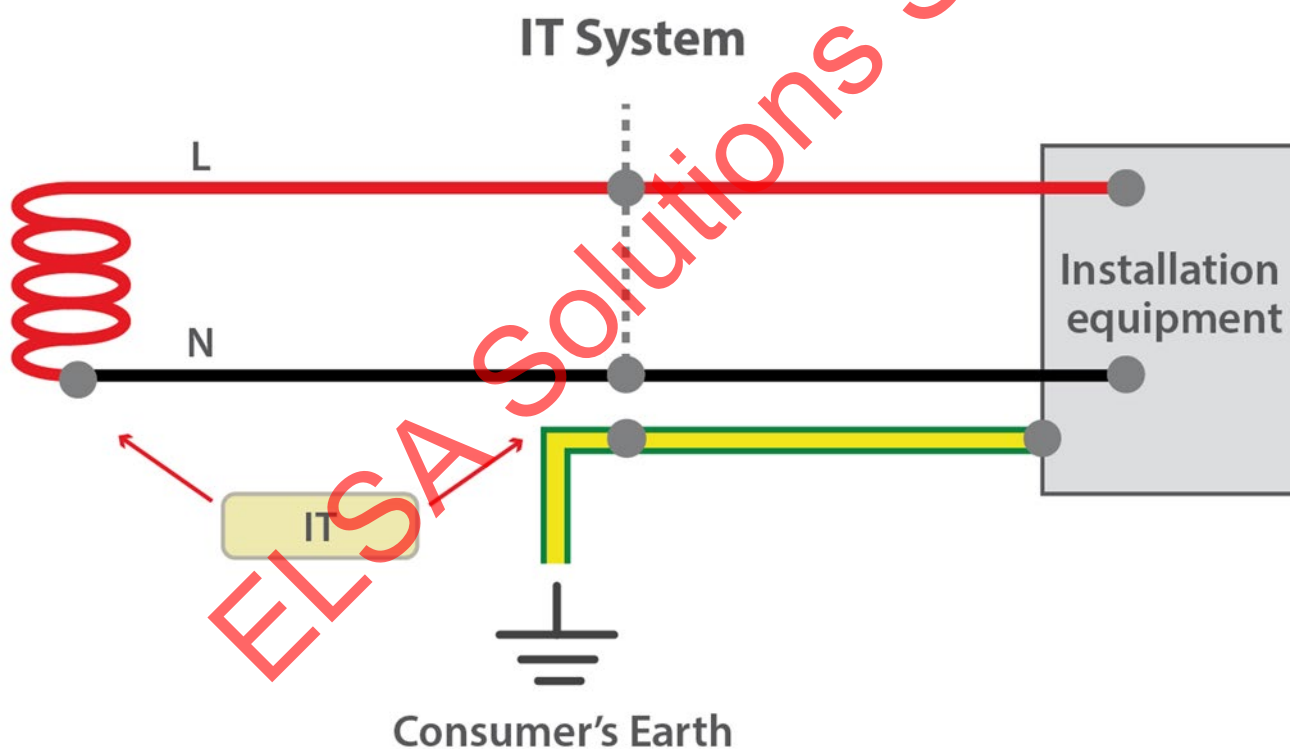
Tuttavia, se l'alimentazione viene utilizzata per una lunga distanza, la capacità distribuita della linea di alimentazione a terra non può essere ignorata. Se nel sistema IT c'è un guasto di isolamento (una fase va a massa) le masse sono in tensione, ma attraverso la terra non c'è circolazione di corrente, poiché nella cabina il neutro è isolato da terra e il circuito è aperto. Per questo motivo i dispositivi di protezione non intervengono.

Se però avviene un secondo guasto di isolamento (un'altra fase va a massa) si ha un cortocircuito tra fase e fase che provoca l'intervento delle protezioni e quindi la mancanza di energia elettrica. Se si vuole avere una assoluta continuità di servizio si deve fare in modo che non ci sia il secondo guasto. È quindi necessario che ci sia un controllo costante dell'isolamento in modo che, in caso di primo guasto, si possa intervenire prima che ci sia il secondo, che farebbe scattare le protezioni. Il vantaggio del sistema IT risulta quindi quello di permettere una maggiore continuità di servizio. Tale sistema si può usare solo se sono verificate queste condizioni:

- 1) La cabina deve essere di proprietà dell'utente;

- 2) Tutte le masse metalliche da proteggere devono essere collegate ad un unico impianto di terra, altrimenti toccando due masse ci potrebbe essere differenza di potenziale;
- 3) Ci deve essere un controllo continuo dell'isolamento;
- 4) I sistemi di protezione devono essere tali che in caso di primo guasto la tensione sulle masse non superi 25 V e, in caso di secondo guasto, devono intervenire aprendo il circuito in un tempo massimo di 5 secondi

Generalmente nei sistemi IT si inseriscono delle periferiche di sicurezza denominate GFD Ground Fault Detection, che consentono un monitoraggio adeguato e continuativo rilevando eventuali perdite di isolamento. Alla presenza di una prima perdita di isolamento, queste periferiche di sicurezza generano un allarme sulla base del quale la centralina principale può decidere il da farsi, in funzione delle necessità operative del sistema e dell'analisi dei rischi.



SISTEMA DI ALIMENTAZIONE TN

T	N	IMPIANTO DEDICATO DI MESSA A TERRA LATO CARICO
ALIMENTAZIONE CON NEUTRO TRASFORMATORE A TERRA	CARICO CON MASSE COLLEGATE DIRETTAMENTE AL NEUTRO	NON PRESENTE

Questo tipo di sistema di alimentazione è un sistema di protezione che collega l'alloggiamento metallico dell'apparecchiatura elettrica con il filo neutro funzionante. Si chiama sistema di protezione zero ed è rappresentato da TN. Le sue caratteristiche sono le seguenti.

1) Una volta che il dispositivo è alimentato, il sistema di protezione zero crossing può aumentare la corrente di dispersione fino a una corrente di cortocircuito. Questa corrente è 5.3 volte maggiore di quella del sistema TT. In realtà, è un guasto di cortocircuito monofase e il fusibile del fusibile salterà. Lo sganciatore dell'interruttore di bassa tensione si attiverà e scatterà immediatamente, rendendo il dispositivo guasto spento e più sicuro.

2) Il sistema TN consente di risparmiare materiale e ore di lavoro ed è ampiamente utilizzato in molti paesi. Il sistema di alimentazione in modalità TN, è diviso in TN-C e TN-S a seconda che la linea dello zero di protezione sia separata dalla linea dello zero di lavoro.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il sistema TN è impiegato per la distribuzione dell'energia elettrica alle grandi utenze civili e industriali che impegnano una potenza maggiore di 100 KW ed hanno una propria cabina di trasformazione (complessi industriali, centri commerciali, aziende ospedaliere, istituzioni scolastiche...). Nel sistema TN, le parti conduttive esposte di tutte le apparecchiature elettriche sono collegate alla linea di protezione e collegate al punto di terra dell'alimentatore. Questo punto di massa è solitamente il punto neutro del sistema di distribuzione dell'energia. Il neutro all'interno della cabina è collegato a terra e le masse all'interno delle utenze sono collegate al neutro. La parte elettricamente conduttiva esposta del dispositivo elettrico è collegata a questo punto tramite un conduttore di protezione. Il sistema TN è solitamente un sistema di rete trifase con messa a terra neutra. La sua caratteristica è che la parte conduttiva esposta dell'apparecchiatura elettrica è direttamente collegata al punto di messa a terra dell'impianto. Quando si verifica un cortocircuito, la corrente di cortocircuito è un circuito chiuso formato dal filo metallico. Si forma un cortocircuito metallico monofase, che determina una corrente di cortocircuito sufficientemente grande da consentire al dispositivo di protezione di agire in modo affidabile per rimuovere il guasto. Se la linea del neutro di lavoro (N) viene messa a terra ripetutamente, quando la custodia è in cortocircuito, parte della corrente può essere deviata verso il punto di messa a terra ripetuto, il che può causare il mancato funzionamento affidabile del dispositivo di protezione o evitare il guasto, espandendo così la colpa. Nel sistema TN, ovvero il sistema trifase a cinque fili, la linea N e la linea PE sono posate e isolate separatamente l'una dall'altra e la linea PE è collegata all'alloggiamento del dispositivo elettrico invece di la linea N. Pertanto, la cosa più importante a cui teniamo è il potenziale del filo PE, non il potenziale del filo N, quindi la messa a terra ripetuta in un sistema TN-S non è una messa a terra ripetuta del filo N. Se la linea PE e la linea N sono messe a terra insieme, poiché la linea PE e la linea N sono collegate nel punto di messa a terra ripetuto, la linea tra il punto di messa a terra ripetuto e il punto di messa a terra di lavoro del trasformatore di distribuzione non ha differenza tra la linea PE e la linea N.

La linea originale è la linea N. La corrente neutra che si assume è condivisa dalla linea N e dalla linea PE, e parte della corrente viene deviata attraverso il punto di messa a terra ripetuto. Poiché si può considerare che non esiste una linea PE sul lato anteriore del punto di messa a terra ripetuto, solo la linea PEN composta dalla linea PE originale e dalla linea N in parallelo, i vantaggi del sistema TN-S originale andranno persi, quindi la linea PE e la linea N non possono essere messa a terra comune. Per i motivi di cui sopra, è chiaramente indicato nelle normative pertinenti che la linea neutra (cioè la linea N) non deve essere messa a terra ripetutamente tranne che per il punto neutro dell'alimentatore.

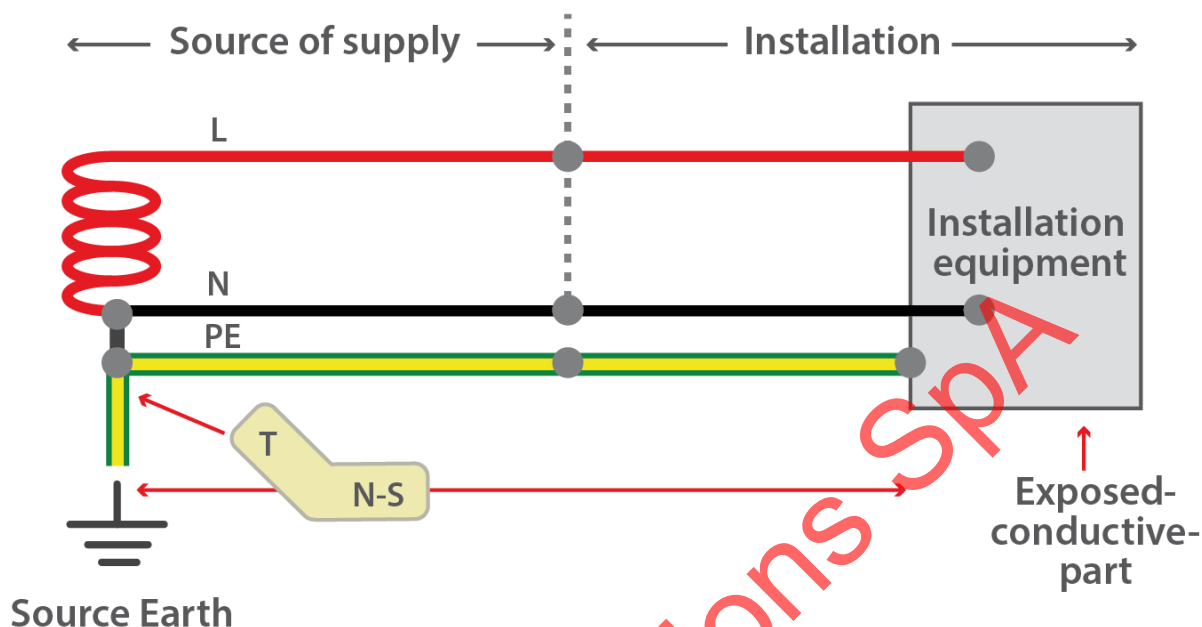
a) TN-S

Se il conduttore neutro e quello di protezione sono separati, il sistema si dice TN-S (terra-neutro-separati); in questo caso il neutro può essere sezionabile ma quello di terra no.

Il sistema di alimentazione in modalità TN-S è un sistema di alimentazione che separa tassativamente il neutro di lavoro N dalla linea di protezione dedicata PE. Si chiama sistema di alimentazione TN-S. Le caratteristiche del sistema di alimentazione TN-S sono le seguenti.

- 1) Quando il sistema funziona normalmente, non c'è corrente sulla linea di protezione dedicata, ma c'è corrente sbilanciata sulla linea dello zero di lavoro. Non c'è tensione sulla linea PE a terra, quindi la protezione zero del guscio metallico dell'apparecchiatura elettrica è collegata alla linea di protezione speciale PE, che è sicura e affidabile.
- 2) La linea del neutro di lavoro viene utilizzata solo come circuito di carico di illuminazione monofase.
- 3) La linea di protezione speciale PE non può rompere la linea, né può entrare nell'interruttore di dispersione.
- 4) Se si utilizza l'interruttore di dispersione a terra sulla linea L, la linea dello zero di lavoro non deve essere messa a terra ripetutamente e la linea PE ha una messa a terra ripetuta, ma non passa attraverso l'interruttore di dispersione a terra, quindi è possibile installare anche l'interruttore di dispersione sulla linea L di alimentazione del sistema TN-S.
- 5) Il sistema di alimentazione TN-S è sicuro ed affidabile, adatto per sistemi di alimentazione a bassa tensione come edifici industriali e civili. Il sistema di alimentazione TN-S deve essere utilizzato prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

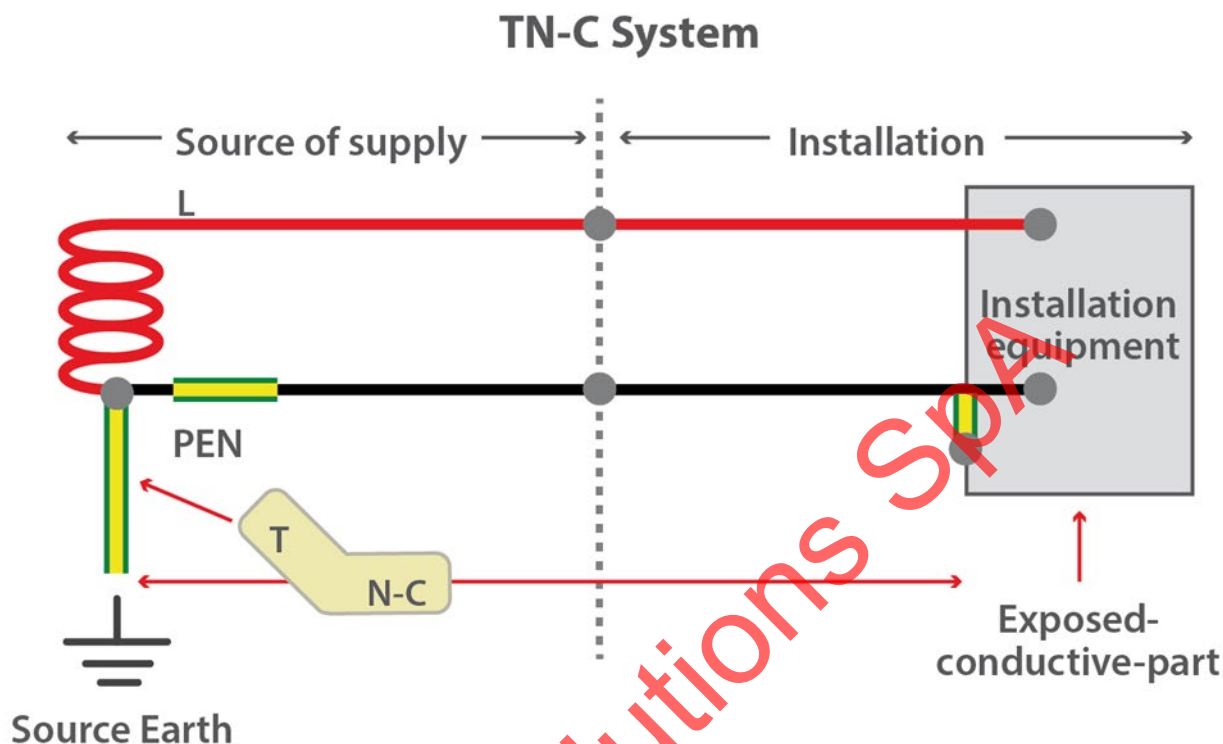
TN-S System



b) TN-C

Se le funzioni di neutro e di protezione sono svolte da un unico conduttore, il sistema si dice TN-C (terraneutro-comuni); in questo caso il neutro svolge anche funzione di protezione, si indica con la sigla PEN e non deve essere sezionabile.

Il sistema di alimentazione in modalità TN-C utilizza la linea neutra di lavoro come linea di protezione zero-sing, che può essere chiamata linea neutra di protezione e può essere rappresentata da PEN.



c) TN-CS

Per l'alimentazione temporanea del sistema TN-CS, se la parte frontale è alimentata con metodo TN-C, e il codice di costruzione specifica che il cantiere deve utilizzare il sistema di alimentazione TN-S, la scatola di distribuzione totale può essere divisa nella parte posteriore del sistema. Fuori dalla linea PE, le caratteristiche del sistema TN-CS sono le seguenti.

- 1) La linea di zero di lavoro N è collegata alla linea di protezione speciale PE. Quando la corrente sbilanciata della linea è grande, la protezione zero delle apparecchiature elettriche è influenzata dal potenziale di linea zero. Il sistema TN-CS può ridurre la tensione della carcassa del motore a terra, ma non può eliminare completamente questa tensione. L'entità di questa tensione dipende dallo squilibrio del carico del cablaggio e dalla lunghezza di questa linea. Più il carico è sbilanciato e più lungo è il cablaggio, maggiore è l'offset di tensione dell'alloggiamento del dispositivo rispetto a terra. Pertanto, è necessario che la corrente di sbilanciamento del carico non sia troppo grande e che la linea PE venga messa a terra ripetutamente.
- 2) La linea PE non può entrare nella protezione dalle perdite in nessuna circostanza, poiché la protezione dalle perdite all'estremità della linea farà scattare la protezione dalle perdite anteriori e causerà un'interruzione di corrente su larga scala.
- 3) Oltre alla linea PE deve essere collegata alla linea N nella scatola generale, la linea N e la linea PE non devono essere collegate in altri scomparti. Nessun interruttore e fusibile deve essere installato sulla linea PE e nessuna messa a terra deve essere utilizzata come PE. linea.

Attraverso l'analisi di cui sopra, il sistema di alimentazione TN-CS viene temporaneamente modificato sul sistema TN-C. Quando il trasformatore di potenza trifase è in buone condizioni di messa a terra e il carico trifase è relativamente bilanciato, l'effetto del sistema TN-CS nell'uso dell'elettricità nelle costruzioni è ancora possibile. Tuttavia, in caso di carichi trifase sbilanciati e trasformatore di potenza dedicato in cantiere, è necessario utilizzare il sistema di alimentazione TN-S.

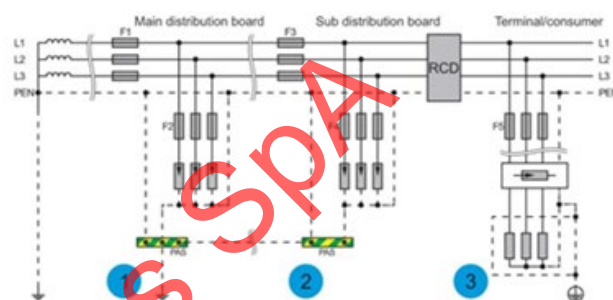
SCHEMA RIASSUNTIVO

Examples of applications in 230/400 V systems

TN-C systems

Neutral conductor and protective earth conductor functions are combined throughout the network in a single conductor, the PEN conductor (4-conductor-system).

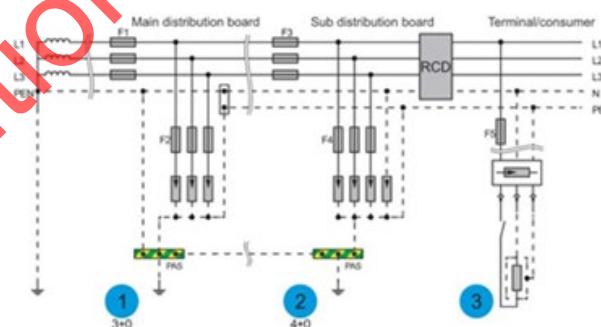
Position	LPL	Type	Order No.
1	I/II	FLP25-275/3S	2527532
	III/IV	FLP12.5-275/3S	1227532
2		SLP40-275/3S	4027532
3		TLP-255/2S	0325522



TN-C-S systems

Neutral conductor, PEN conductor and equipotential bonding system are connected once at the main distribution board or after the incoming supply to the building. Therefore, a TN-C system becomes a TN-S system (TN-C-S system) from this point onwards.

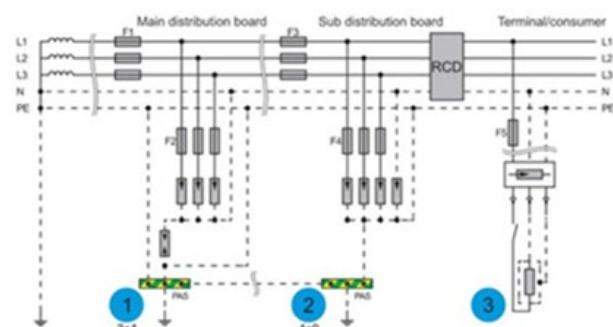
Position	LPL	Type	Order No.
1	I/II	FLP25-275/3S	2527532
	III/IV	FLP12.5-275/3S	1227532
2		SLP40-275/3S+1	4027534
		SLP40-275/4S	4027542
3		TLP-255/2S	0325522



TN-S systems

Neutral conductor and protective earth conductor are separated throughout the network.

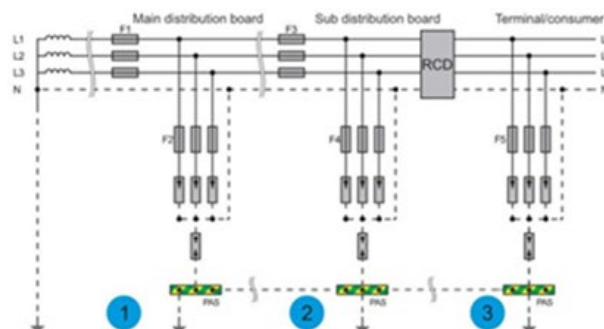
Position	LPL	Type	Order No.
1	I/II	FLP25-275/3S+1	2527534
	III/IV	FLP12.5-275/3S+1	1227534
2		SLP40-275/3S+1	4027534
		SLP40-275/4S	4027542
3		TLP-255/2S	0325522



TT systems

One point is earthed directly (operational earth). The exposed conductive parts of the electrical installation are connected to earth lines separate from the operational earth.

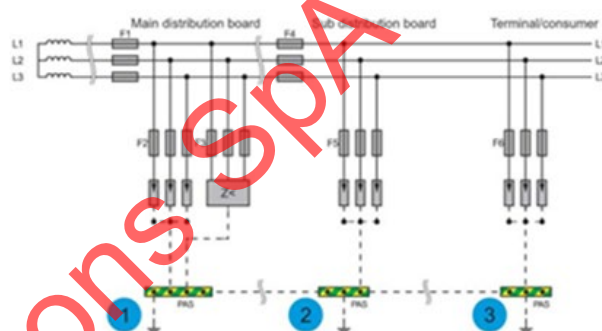
Position	LPL	Type	Order No.
1	I/II	FLP25-275/3S+1	2527534
	III/IV	FLP12.5-275/3S+1	1227534
2		SLP40-275/3S+1	4027534
3		SLP40-275/3S+1	4027534



IT systems

There is no direct connection between active conductors and earthed parts. The exposed conductive parts of the electrical installation are earthed.

Position	LPL	Type	Order No.
1	I/II	FLP25-275/3S	2527532
	III/IV	FLP12.5-275/3S	1227532
2		SLP40-275/3S	4027532
3		SLP40-275/3S	4027532



BIBLIOGRAFIA

NOME DOCUMENTO	FONTE	LINK	PAGINA
Sistema di alimentazione (TN-C, TN-S, TN-CS, TT, IT)	LSP INTERNATIONAL	Qui	4-13
SISTEMI DI DISTRIBUZIONE IN BT (Norma CEI 64-8)	I.T.S.T. "ENRICO FERMI"	Qui	5-10
Tipi di reti a confronto	BENDER GMBH & CO. KG	Qui	4
Reti IT: IEC 60364-4-41	GT ENGINEERING SRL	Qui	1

ELSA Solutions SpA