

Criteri di progettazione

Andrea Gulinelli

Seconda edizione della **Guida Cei 11-35**: cosa cambia nella **esecuzione delle cabine** elettriche Mt/bt del **cliente/utente finale**

Dal 1-1-2005 è in vigore la seconda edizione della Guida Cei 11-35 (fascicolo n. 7491 - pag. 106) *Guida per l'esecuzione di cabine elettriche Mt/bt del cliente/utente finale*.

Il documento, nel seguito Guida, annulla e sostituisce il fascicolo n. 2906, di analogo contenuto, pubblicato circa otto anni fa (ed. I - 10/1996) con il titolo "Guida all'esecuzione della cabina elettrica di utente". L'aggiornamento si è reso necessario per le seguenti ragioni:

- armonizzare i contenuti con la norma Cei 11-1 ed. IX e successive integrazioni e modificazioni;
- recepire le disposizioni di cui alla delibera n. 247, del 28-12-04, dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (Aeeg-Authority) in ordine ai requisiti richiesti per il

La Guida è destinata, nel volgere di breve tempo, a subire ulteriori modificazioni ed integrazioni

sistema di protezione dell'impianto dei clienti di maggiori dimensioni;

- uniformare gli aspetti d'interfaccia distributori/clienti in una fase di marcata espansione, per effetto del così detto decreto Bersani sulla liberalizzazione del sistema elettrico, delle aziende distributrici storicamente minori.

A quest'ultimo proposito la Guida è destinata, nel volgere di breve tempo, a subire ulteriori modificazioni ed integrazioni essendo stato il Cei incaricato ufficialmente della stesura di una nuova norma tecnica quadro che dovrà costituire il supporto ad una futura determinazione da parte dell'Authority. Tale norma porterà l'armonizzazione, fatta esclusione per le reti di bassa tensione, di tutte le prescrizioni tecniche che i diversi distributori stanno attualmente formulando per la connessione dei clienti alle proprie reti.

Al momento infatti non esiste, per i clienti alimentati in Mt, una regolamentazione vincolante le parti, analoga a quella contenuta nella norma Cei 11-62 "Stazioni del Cliente finale allacciate a reti di terza categoria ($U > 30$ kV)". L'unica regolamentazione completa, ma di parte, è costituita dal documento Enel DK 5600 "Criteri di allacciamento di clienti alla rete Mt della distribuzione", ed. IV - 3/2004. Il presente articolo, oltre all'illu-

strazione delle principali novità intervenute rispetto alla prima edizione, si propone di evidenziare i punti d'incontro e le difformità con le prescrizioni di cui sopra adottate da quello che è ancora il principale distributore pubblico del servizio elettrico.

CAMPO DI APPLICAZIONE DELLA GUIDA

Scopo della Guida è quello di dettare criteri per la costruzione delle cabine elettriche di trasformazione (figura 1) dei clienti/utenti finali alimentati direttamente dalla rete a Mt della distribuzione pubblica con tensione nominale non superiore a 30 kV, in genere di valore compreso da 10 a 20 kV. Contiene anche indicazioni progettuali, ovviamente non prescrittive, per gli aspetti non trattati dalla norma Cei 11-1 che resta la norma specifica ed esclusiva per il dimensionamento di tutti gli impianti a tensione superiore a 1 kV. In questo senso costituisce uno strumento utile, ma anche semplice, pratico e assai completo per la progettazione di dettaglio e per le soluzioni esecutive dei problemi che di volta in volta si pongono in relazione alle caratteristiche ed al-



Figura 1 - Tipica cabina-cliente costruita a spalla con quella del distributore (fonte Power Technology)

l'ubicazione dei locali, da adibire a cabina, rispetto alle esigenze del contesto urbanistico/ambientale entro il quale s'inseriscono. Diversamente dall'edizione precedente, la nuova Guida si applica alle sole cabine con non più di due trasformatori Mt/bt, aventi tensione di corto circuito $V_{cc} = 6\%$, non collegati in parallelo sul lato BT, della potenza massima cadauno di:

- 2500 kVA alla tensione di alimentazione di 20 kV
- 2000 kVA alla tensione di alimentazione di 15 kV

in contrasto con le disposizioni impartite da Enel che nel richiamato documento abbassa i suddetti limiti rispettivamente a 2000 e 1600 kVA.

Le stesse disposizioni, nel caso

TABELLA 1 - I CONTENUTI

Capitoli	
1	Prefazione
2	Oggetto e scopo
3	Definizioni
4	Criteri di progettazione del locale
5	Criteri costruttivi della parte elettrica
6	Materiali in dotazione
7	Scelta delle apparecchiature e dei componenti
8	Protezioni di sicurezza
9	Ispezioni prima della messa in servizio
10	Documentazione
Allegati	
A	Esempi di soluzioni strutturali dei locali
B	Ventilazione dei locali carica batterie
C	Cartellonistica di sicurezza
D	Esempi di schemi non esecutivi di cabina
E	Scelta dei coefficienti di contemporaneità
F	Coordinamento selettivo delle protezioni
G	Interblocchi di sicurezza
H	Fattore limite di precisione dei TA
I	Provvedimenti per la riduzione dei Cem
J	Dimensionamento termico
K	Simbologia Ansi/leee per le protezioni

di potenze massime complessive superiori, impongono che l'alimentazione/rialimentazione dei trasformatori sia effettuata in se-

quenza (uno a uno), in modo che l'inserzione del successivo intervenga a transitorio del precedente ultimato (in genere 1s).

Ciò comporta la presenza di una protezione di minima tensione che escluda entro 0,25 s ogni singolo trasformatore.

Questo esempio conferma una volta di più la necessità di regole di connessione e di esercizio comuni e super partes aventi caratteristiche di autorità assoluta. Per potenze unitarie superiori, ovvero per il funzionamento in parallelo di più trasformatori, la Guida richiama la necessità di una scelta ad hoc delle macchine, fermo restando il non superamento del valore di corrente di corto circuito previsto per guasto sul lato bt per i predetti trasformatori di taglia massima. Fra le esclusioni più importanti dal campo di applicazione della Guida si segnalano:

- le cabine dei distributori pubblici e delle FS;
- le cabine totalmente prefabbricate in box monoblocco, costruite, montate e collaudate in stabilimento e portate sul posto di utilizzo pronte a funzionare, salvo il montaggio del

solo trasformatore di potenza fino a 1600 kVA.

Tali cabine sono sottoposte a prove di tipo (meccaniche ed elettriche) di cui alla norma di prodotto Cei En 61330 (norma Cei 17-63) "Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione";

- l'esecuzione dell'impianto di terra per il quale, oltre alle prescrizioni della norma Cei 11-1, costituisce un valido riferimento la guida Cei 11-37, specialmente per quanto riguarda le soluzioni realizzative;
- la manutenzione degli impianti esistenti.

Quest'ultima è una vera e propria carenza essendo oggi molto sentita, anche alla luce della riferita delibera n. 247/04, l'esigenza di disporre di criteri standardizzati per la manutenzione periodica delle cabine in esercizio.

STRUTTURA DELLA GUIDA

La Guida si articola in 10 capitoli ed in numero 11 allegati i cui titoli sono riportati nella tabella 1. Fra le novità più significative si evidenziano:

- la progettazione edile del locale cabina con un esempio tipico;
- un esempio di ventilazione di un locale batteria;
- la cartellonistica di sicurezza;
- un esempio di calcolo del fattore limite di precisione dei TA di protezione;
- i cenni sui provvedimenti per mitigare l'intensità dei campi elettromagnetici;
- il coordinamento delle protezioni distributore pubblico-cliente.

CRITERI DI PROGETTAZIONE DEL LOCALE CABINA

Sono descritti gli aspetti salienti

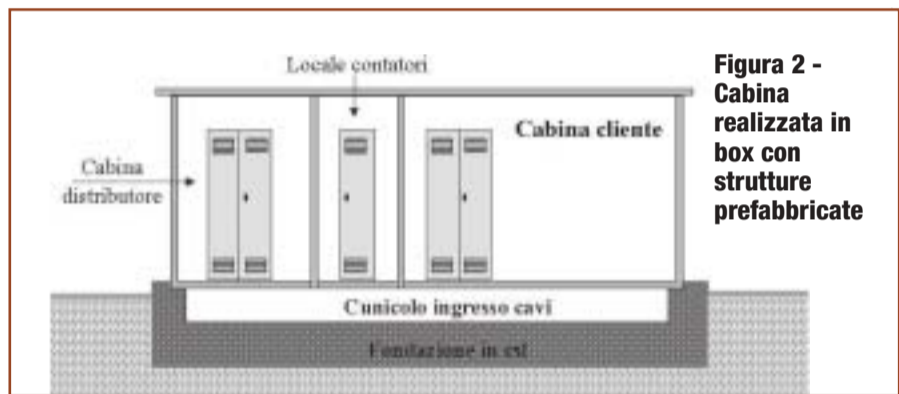


Figura 2 - Cabina realizzata in box con strutture prefabbricate

da prendere in considerazione in sede di progettazione per la scelta del sito più idoneo all'installazione di una cabina, in particolare sotto l'aspetto della compatibilità con altri impianti tecnici.

In molti casi, per potenze installate ≤ 400 kVA che costituiscono la maggioranza delle utenze alimentate in Mt (circa l'80% del totale), si ricorre a cabine realizzate in box con strutture prefabbricate pannellate, montate su fondazione in calcestruzzo costruita sul posto e con susseguente assemblaggio di apparecchiature portate sciolte. Si fatte costruzioni devono risultare conformi alla Legge 5-11-1971 n. 1086 e successive integrazioni. In ogni caso la struttura deve essere formata dai seguenti tre vani, fra loro adiacenti, di cui alla figura 2:

- cabina ad uso ed accesso esclusivo da parte del distributore pubblico, per l'alloggiamento delle sue apparecchiature di sezionamento e dei trasformatori di misura dell'energia in Mt;
- locale per l'alloggiamento del gruppo di misura dell'energia (contatori), accessibile sia al

le strutture portanti (vari tipi di laterizi e calcestruzzi), gli spessori minimi previsti per assicurare la classe Rei 60 ovvero Rei 90 (Tabella 4.3.2), richiesta dalle disposizioni ministeriali e dalle autorità competenti quando la cabina viene a trovarsi in contiguità con luoghi a rischio d'incendio, rispetto ai quali deve costituire un compartimento stagno. Sono fornite anche precisazioni sulle caratteristiche delle strutture al fine del contenimento della propagazione degli incendi in relazione alla potenza e alla tipologia dei trasformatori, così sintetizzabili:

- strutture Rei 60 per trasformatori isolati in olio di potenza ≤ 1000 kVA;
- strutture Rei 90 per trasformatori isolati in olio di potenza > 1000 kVA;
- strutture Rei 60 per trasformatori isolati in resina in classe F0;
- nessuna prescrizione per trasformatori isolati in resina di classe F1.

Per le cabine con trasformatori in olio devono essere presi provvedimenti, oltre che contro l'incendio (art. 300 Dpr n. 547/55), anche contro l'inquinamento ambientale (art. 7.7.1.2 norma Cei 11-1) in caso di fuoriuscita dell'olio del trasformatore (ad esempio con la realizzazione di vasche di raccolta olio o almeno con un apposito rialzo della soglia che impedisca il totale versamento all'esterno). Uno spazio significativo è dedicato alla ventilazione, naturale o forzata, e al condizionamento del locale contenente il trasformatore. L'aumento della temperatura dell'aria all'interno delle cabine è dovuto principalmente alle perdite del trasformatore Mt/bt. Il calore smaltito dipende invece sostanzialmente dal ricambio d'aria assicurato dalla ventilazione naturale o forzata. All'interno delle cabine la temperatura dell'aria non dovrebbe superare i 40°C per assicurare il buon funzionamento del macchinario e delle apparecchiature. Per quanto riguarda gli apparati con parte elettronica, questa è quella che meglio sopporta eventuali sovratemperature all'interno del locale (fino a 70÷75°C). Mentre un punto debole è costituito dall'eventuale presenza di batterie standard la cui vita media (durata) è decisamente accorciata se si superano i 35÷40 °C (temperatura media annua).

La ventilazione naturale, che comunque costituisce il metodo di smaltimento del calore consigliato dalle norme Cei 11-1 (art. 6.5.7) per i locali contenenti trasformatori di potenza, è legata alla differenza di temperatura tra l'aria esterna e quella interna. L'aria

interna avendo una minore densità (peso) esce dalle aperture superiori e viene sostituita da quella esterna più fredda che entra dalle aperture inferiori (effetto camino). La dispersione del calore attraverso le pareti (per convezione, conduzione e irraggiamento) risulta trascurabile come pure l'effetto del vento (data la discontinuità con cui si presenta).

Il ricambio d'aria è tanto maggiore quanto più sono ampie le aperture (finestrini) e la differenza di altezza tra le stesse. L'efficacia della ventilazione dipende, inoltre, dalla posizione del trasformatore rispetto al flusso d'aria (figura 3) nonché dal grado di pulizia/ingombro dei finestrini (manutenzione). La Guida fornisce una formula per la determinazione delle superfici dei finestrini d'aerazione. Le dimensioni dipendono, oltre che dalle perdite totali da dissipare, dalla differenza di temperatura fra l'interno e l'esterno e, come già detto, dall'interasse tra le due aperture. Sono prese in considerazione pure:

- la ventilazione forzata, a mezzo di aspiratori elicoidali e centrifughi che mettono la cabina in leggera depressione rispetto all'aria esterna; questa soluzione richiede la disponibilità di adeguati spazi interni oppure la possibilità di installare un aspiratore elicoidale a torretta da posizionarsi al centro del tetto;
- il condizionamento costituisce un po' la soluzione estrema; il ricorso al quale, infatti, dovrebbe essere limitato solamente alle cabine esistenti dove le pareti, non trovandosi più affacciate all'esterno per intervenute modifiche alle condizioni di progetto, rendono non del tutto utilizzabile il salto termico.

MATERIALI IN DOTAZIONE

Gran parte del capitolo 6 riguarda la cartellonistica di sicurezza, espressamente prevista dal Dpr n. 547/55 e dalla norma Cei 11-1, mentre nell'Allegato C sono riportati esempi di cartelli di divieto, di avvertimento e di identificazione. La segnaletica di sicurezza da impiegare nelle cabine deve essere conforme alle disposizioni contenute nel D. Lgs. 493 del 14 agosto 1996 e alle norme Uni per quanto attiene le misure, le forme ed i

Figura 4 - Il "trittico" dei segnali da applicare sulle porte delle cabine:



- divieto di accesso alle persone non autorizzate (art. 339 DPR 547/1955);
- divieto di spegnere con acqua (art. 3 DPR 547/1955);
- tensione elettrica pericolosa (art. 339 DPR 547/1955)

simboli. Le dimensioni dei cartelli devono essere scelte in rapporto alla distanza da cui gli stessi devono essere osservati affinché possa essere recepito chiaramente il loro messaggio. Nella figura 4 è raffigurato il cartello combinato, "trittico", dei segnali di divieto da esporre sulla porta delle cabine. Nessun riferimento viene, invece, fatto circa l'obbligo, in base alle disposizioni del D. Lgs. 22-5-99, n. 209, e alla norma Cei 10-38, di etichettare gli apparecchi il cui fluido isolante contiene Pcb in misura > 500 ppm. Etichettatura, figura 5, che va pure affissa sulla porta della cabina. Vengono descritte, all'interno capitolo 8, le caratteristiche delle apparecchiature isolate in SF6 in modo che della loro peculiarità se ne tenga conto nel progetto della struttura. Non vengono però fornite le misure di prevenzione e protezione da adottare contro i rischi dovuti a fuoriuscite del gas, in particolare interruttori e sezionatori, quali ad esempio:

- la proibizione di effettuare manovre sulle apparecchiature guaste o che hanno avuto sensibili perdite di gas;
- la necessità di aerare i locali;

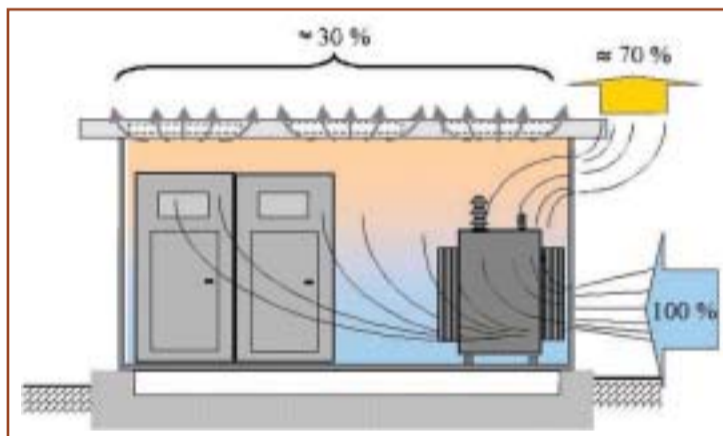


Figura 3 - Esempio di ventilazione naturale efficace (la rappresentazione e la ripartizione % del flusso d'aria sono indicative)

cliente sia al distributore;

- cabina di trasformazione Mt/bt del cliente.

Detta configurazione dei locali e le relative destinazioni sono tuttora quelle prescritte, per tensione di alimentazione fino a 50 kV, dalla lettera A del Titolo II del provvedimento Cip n. 42/86. Le dimensioni del locale da riservare al distributore sono riportate solamente a titolo indicativo.

Sono fondamentali gli accordi per definire l'ampiezza e la profondità dei cunicoli per l'ingresso dei cavi (figura A1 dell'Allegato A) al fine di una loro corretta posa, soprattutto con riferimento al rispetto dei raggi di curvatura. Tutte le immissioni verso l'esterno devono essere adeguatamente tamponate per impedire l'ingresso di animali, corpi estranei, acqua e gas. È buona tecnica che l'impianto di terra, che deve essere unico per entrambe le cabine, sia realizzato in fase di costruzione della fondazione allo scopo di usufruire dei dispersori di fatto secondo le soluzioni illustrate nelle guide Cei 11-37 e 64-12.

La Guida indica, in funzione delle caratteristiche dei materiali del-

NOME DELLA DITTA

R 33 Pericolo di effetti cumulativi

R 50/53 Alto livello tossico per gli organismi acquatici, può provocare, a lungo termine, effetti negativi per l'ambiente acquatico

S 15 Non defici del prodotto e del recipiente se non con le dirette cause

S 40 Questo materiale ed il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi

S 61 Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle istruzioni speciali contenute nelle schede informative di sicurezza

AVVERTENZE

- CONTIENE PCB SUSCETTIBILI DI PROVOCARE EFFETTI CUMULATIVI NELL'ORGANISMO E DI CONTAMINARE L'AMBIENTE.
- EVITARE OGNI CONTATTO DIRETTO CON IL LIQUIDO E/O VAPORE CONTENENTE PCB.
- EVITARE CHE I RIFIUTI CONTENENTI PCB, SIA LIQUIDI CHE SOLIDI VENGANO SCARICATI NELLE FOGNE O NEI CANALI DI SCOLO, E CHE SIANO ABBANDONATI SUL TERRENO.
- LE OPERAZIONI DI ESERCIZIO, DI CONTROLLO E DI MANUTENZIONE IN CONDIZIONI NORMALI E DI EMERGENZA DEVONO ESSERE CONDOTTE SECONDO QUANTO DISPOSTO DALLE NORME CEL.
- LE ISPEZIONI OVVERO GLI INTERVENTI DI EMERGENZA CONSEGUENTI AD INCENDIO, DEVONO ESSERE ESEGUITI UTILIZZANDO MASCHERE CON FILTRO PER ACIDO CLORIDRICO O PER VAPORI ORGANICI. INOLTRE I RIFIUTI DEVONO ESSERE RACCOLTI IN CONTENITORI METALLICI ERMETICI DI ADEGUATA ROBUSTEZZA E CONSERVATI FINO ALLO SMALTIMENTO FINALE.
- IN CASO DI FUNZIONAMENTO ANORMALE DELL'APPARECCHIO CONSULTARE IL FABBRICANTE.
- IN CASO DI PERDITA DI LIQUIDO CONTENENTE PCB DALL'APPARECCHIO TELEFONARE AL.....
- IN CASO DI INCENDIO CHIAMARE I VIGILI DEL FUOCO, AVVERTENDO CHE TRATTASI DI APPARECCHIATURA CONTENENTE PCB.
- VIETATO APRIRE LA SEGREGAZIONE DELL'APPARECCHIO SE NON DAL PERSONALE AUTORIZZATO.

Figura 5 - Etichettatura degli apparecchi elettrici il cui fluido isolante è contaminato con PCB (500 ppm)

- l'uso di Dpi;
- l'uso di speciali aspirapolveri per la bonifica del sito in caso di spargimento di polveri bianche relative a gas decomposto.

ALLEGATO B

Questo allegato è interamente dedicato all'applicazione delle prescrizioni di cui alla norma Cei En 50272-2, con un esempio di calcolo della portata d'aria e della superficie di un'apertura per la ventilazione di un locale destinato alla carica delle batterie da utilizzare quali sorgenti di alimentazione indipendenti dei servizi ausiliari della cabina in alternativa all'Ups. Un locale separato e adeguatamente ventilato è infatti indispensabile perché le batterie stazionarie di accumulatori (norma Cei En 60079-10 - Cei 31-30), durante la carica, possono emettere idrogeno quindi costituire fonte di emissione di gas infiammabile, con conseguente pericolo di esplosione. Gli UPS invece, qualora impieghino batterie di accumulatori di tipo ermetico, tali da emettere idrogeno solamente in caso di guasto, di solito limitato solo a qualche elemento, ed in quantità limitata, possono essere installati anche all'interno del locale cabina purché questo risulti sufficientemente aerato.

ALLEGATO D (SCHEMI ELETTRICI)

A titolo puramente esemplificativo viene proposto una schema generale di cabina esplosa poi nei suoi stadi essenziali (particolari):

- dispositivo e protezione generale (DG-PG);
- montante di protezione e sezionamento trasformatore;
- quadro bt, con i relativi sistemi di commutazione sbarre rete bt/ge o Ups.

Nulla viene precisato, diversamente dall'edizione precedente, circa il punto di consegna o di prelievo dell'energia che secondo la soluzione Enel deve trovarsi presso la cabina del distri-



Figura 7 - Protezione conforme al documento Enel DK 5600 (fonte Abb)

butore. Tale indeterminazione, non trascurabile al fine dell'individuazione delle reciproche responsabilità fra distributore e cliente, può forse significare che gli altri distributori con i loro clienti possono, fino a quando non saranno dettagliate da parte dell'Authority regole di connessione univoche, adottare di volta in volta soluzioni differenti. Occorre sottolineare che con il punto di prelievo scelto presso la cabina del distributore il cavo di collegamento è di proprietà del cliente, ma che ciò, ai fini dell'attribuzione dei guasti (vedasi Delibera n. 247/04) che possono intervenire sullo stesso, lo esclude dalle relative responsabilità dal momento che le sue protezioni sono installate a valle del cavo.

ALLEGATO F

Interamente dedicato alla problematica delle protezioni Mt e bt della cabina del cliente, già presente sotto forma di Appendice nella precedente edizione della Guida, costituisce il riferimento sollecitato dall'Authority per:

- sensibilizzare i clienti alimentati in Mt circa le caratteristiche di alcuni dispositivi di protezione e la necessità di renderli selettivi rispetto a quelli installati in testa alle linee di alimentazione dei distributori;
- fornire degli esempi di taratura delle protezioni dell'impianto utilizzatore per realizzare un coordinamento effettivamente selettivo rispetto alla rete di distribuzione pubblica; per fare questo sono state assunte quale base di calcolo le ipotesi di taratura e le prescrizioni più ricorrenti dei maggiori distributori nazionali, in particolare quelle di Enel.

Ovviamente l'allegato in questione non è in grado di risolvere in modo esaustivo tutti i problemi dell'interfaccia distributore cliente a proposito delle protezioni, è tuttavia un valido ausilio per un corretto approccio, anche concettuale, alla loro soluzione poiché offre molti elementi tecnici e algoritmi di calcolo calibrati su casi reali abbastanza diffusi.

La Guida richiama (capitolo 8) l'obbligo di effettuare la protezione a salvaguardia degli impianti, contro le correnti di sovraccarico, di corto circuito e di guasto a terra, in ottemperanza:

- dell'art. 285 Dpr n. 547/55;
- del cap. 3 norma Cei 11-1;
- della sez. 2 norma Cei 11-17;
- degli art 431-436 norma Cei 64-8/4.

Inoltre l'art. 3.5.5.2 della Guida Cei 02 raccomanda il coordinamento selettivo delle protezioni, ossia l'apertura del solo circuito direttamente interessato dal guasto. Devono essere protetti i trasformatori e le linee. Il coordinamento deve essere fatto:

- a monte, con la rete di distribuzione pubblica a Mt;
- a valle, con la rete bt e le linee verso le altre cabine.

Vi sono descritte dettagliatamente le condizioni che consentono la realizzazione dell'impianto utilizzatore con un numero di trasformatori superiore a due. È presa in esame la selettività tra dispositivi di massima corrente posti in serie sullo stesso circuito, che può essere realizzata per:

- differenza dei tempi di intervento;
- differenza della corrente di guasto;
- limitazione dell'energia passante;
- scambio di informazioni.

A tale riguardo sono riportati numerosi esempi sui vari tipi di selettività tra i relè di protezione Mt e gli interruttori automatici bt posti rispettivamente a monte e a valle dei trasformatori. I dispositivi di protezione a relè o i fusibili sui montanti Mt dei trasformatori devono avere corrente nominale di taratura e tem-

po di intervento di valore tale da non intervenire per la sovracorrente di inserzione dei trasformatori stessi (chiusura a vuoto). La Guida fornisce un metodo grafico per determinare il valore di picco della corrente di inserzione dei trasformatori in olio ed il tempo del ritardo di intervento, che devono avere le protezioni qualora la corrente di taratura sia inferiore al 70% della corrente d'inserzione, il cui valore di picco varia da 15 a 8 volte la corrente nominale del trasformatore in modo inversamente proporzionale alla potenza.

L'efficienza del sistema di protezione ai fini della selettività si basa sulla precisione di intervento dei relè sui valori di taratura delle grandezze controllate. Le protezioni generalmente utilizzate negli impianti Mt sono, infatti, di tipo indiretto, cioè con il rilievo della grandezza controllata, corrente o tensione, tramite l'interposizione di trasformatori di protezione di corrente e di tensione (TA e TV). Per i relè ad inserzione indiretta occorre quindi verificare la correttezza delle prestazioni dei trasformatori di corrente in termini di errore d'angolo e di rapporto. L'allegato H illustra un esempio di calcolo del Fattore limite di precisione (Flp), con il quale è possibile ricavare il valore di corrente primaria fino

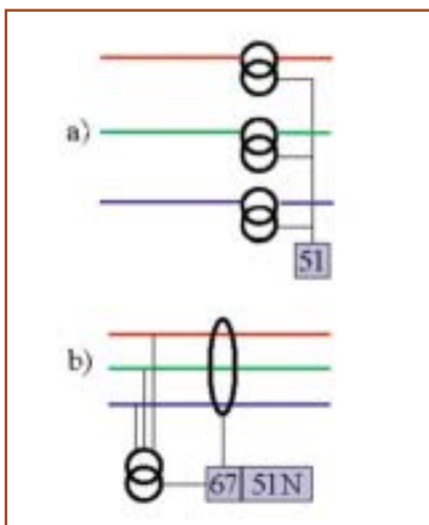


Figura 6 -
 • a) TA di fase per l'alimentazione della protezione di massima corrente 51;
 • b) TA toroidale e TV a stella/triangolo aperto per l'alimentazione delle protezioni direzionali di terra 67 e massima corrente di terra 51N

TABELLA 2 - LIVELLI DI TARATURA

Tipo protezione	Taratura soglia (A)	Tempo elim/one guasto (s)	Tempo di reg/zione (s)
51.S1	65 % (CP)	0,5	0,43
51.S2	650 (*)	0,12	0,05
51.N	(10 kV)	2	0,25
	(15 kV)	3	
	(20 kV)	4	

(*) Per esigenze particolari può essere elevata fino a 900 A

al quale il TA mantiene una risposta lineare al secondario. La figura 6 illustra gli schemi di principio di collegamento dei TA e dei TV per il trasferimento delle grandezze di guasto alle protezioni. In figura 7 è riportata una protezione rispondente alle attuali prescrizioni Enel, già citate, caratterizzata dalle seguenti funzioni:

- due soglie di massima corrente 51.S1 e 51.S2, rispettivamente di sovraccarico e di cortocircuito;
- una soglia di alta sensibilità 51.N di massima corrente omopolare di terra per clienti dotati di rete interna in cavo Mt di lunghezza non superiore a 500 m. Nella tabella 2 sono riportati i livelli di taratura abitualmente concordati con Enel a livello del dispositivo di protezione generale (PG).

Per tempo di eliminazione del guasto s'intende la somma del tempo di apertura dell'interruttore, 70 ms, e del tempo di intervento della protezione.

ALLEGATO I

Documento assai importante riguardante i possibili interventi di riduzione del campo elettromagnetico (Cem) associabile alle cabine Mt/bt.

Esso serve anche a superare la posizione, piuttosto impegnativa, assunta, in applicazione del Dpcm 23-4-92, dalla prima edizione della Guida secondo cui l'intensità

limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti". Da dette disposizioni discendono i limiti relativi all'induzione magnetica, applicabili anche alle cabine, riportati in tabella 3.

Escludendo il rischio dovuto ai campi elettrici, vengono poi illustrati i metodi di attenuazione scaturiti dalle più consolidate esperienze che consistono essenzialmente in:

- ottimizzazione della configurazione impiantistica (disposizione delle apparecchiature) e della tipologia dei componenti;
- utilizzazione di schermi.

DOCUMENTAZIONE

L'ultimo capitolo tratta della documentazione che deve essere prodotta al termine della costruzione della cabina riprendendo quanto già previsto in proposito dalla norma Cei 11-1. Se a questa si aggiungono quelle richieste dal distributore (vedasi quelle di Enel di cui al più volte richiamato documento DK 5600), gli adempimenti previsti dal Dpr n. 462/01, le pratiche di concessione edilizia (per le strutture non prefabbricate in stabilimento), gli atti di trasferimento dei diritti reali sul locale messo a disposizione del distributore

TABELLA 3 - LIMITI ALL'INDUZIONE MAGNETICA

Limiti	Intensità (μ Tesla)	Note
Limite di esposizione	100 μT	Effetti acuti
Valore di attenzione	10 μT	Effetti a lungo termine riferiti a luoghi occupati da persone per durata ≥ 4 ore al giorno
Obiettivo di qualità	3 μT	Riferimento a nuovi impianti e costruzioni

dei campi elettrici e magnetici non poneva particolari vincoli all'ubicazione delle cabine anche in prossimità di luoghi caratterizzati dalla presenza prolungata di persone. I provvedimenti individuati tengono conto della legislazione intervenuta dopo un periodo di intensa ed estesa discussione intorno all'argomento:

- Legge 22-2-01, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- Dpcm 8-7-03 "Fissazione dei

e di agibilità, come richiesto da talune amministrazioni locali, il carteggio progettuale, senza contare gli incumbenti relativi alla direzione lavori, per un impianto tutto sommato semplice qual è una cabina elettrica di trasformazione Mt/bt, diventa assolutamente abnorme con l'inevitabile conseguenza di far lievitare i costi complessivi senza che a fronte di ciò, occorre dirlo, ci sia sempre una reale necessità ed il conseguimento di un valore aggiunto in termini di qualità. **E**