

CABINE ELETTRICHE MT/BT

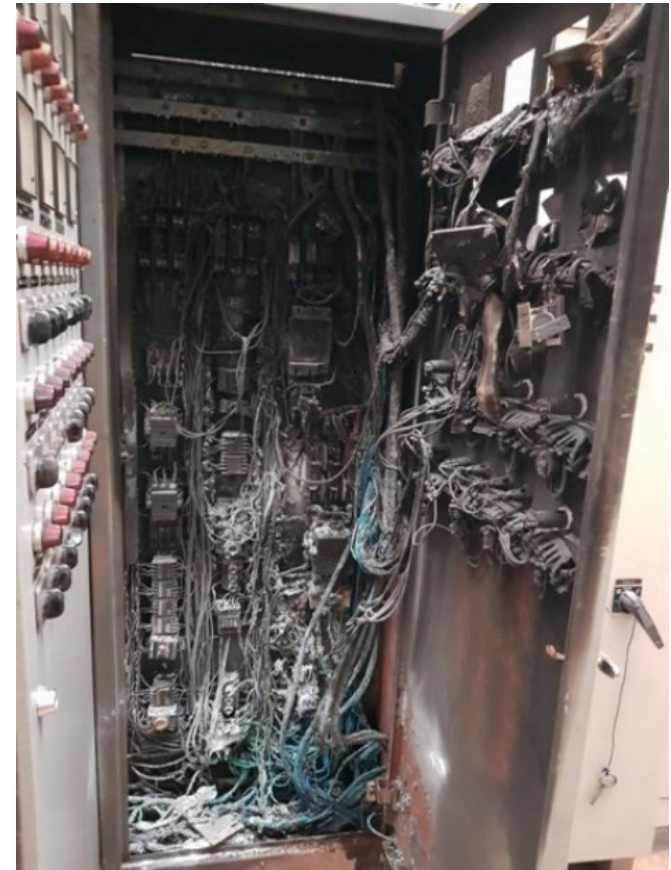
(L'IMPORTANZA DELLA MANUTENZIONE)

Relatore: ing. Antonio Porro

Lecco 04/07/2023

Prologo

CASE HISTORY: incendio in cabina



CASE HISTORY: incendio in cabina

B) Fenomeno elettrico

La Società, a parziale deroga del paragrafo 2, lettera b) 7, "Danni esclusi dall'Assicurazione", indennizza i danni materiali e diretti di fenomeno elettrico a macchine ed impianti elettrici, apparecchi e circuiti compresi, per effetto di correnti, scariche od altri fenomeni elettrici da qualsiasi motivo occasionati.

La Società non indennizza i danni:

- *verificatisi in occasione di montaggi e smontaggi non connessi a lavori di manutenzione o revisione, nonché i danni verificatisi durante le operazioni di collaudo o prova;*
- *causati da usura o da carenza di manutenzione;*
- *per i quali deve rispondere, per legge o per contratto, il costruttore o il fornitore.*

Relativamente alle *Apparecchiature elettroniche* si precisa che *i danni imputabili a fenomeni elettrici di origine esterna sono indennizzabili purché:*

- *l'impianto elettrico e l'impianto di messa a terra siano a norma di legge;*

CASE HISTORY: incendio in cabina

OBBLIGO MANUTENZIONE

D. Lgs. 81/08 e D. Lgs. 106/2009

Art. 80: *“a seguito della valutazione del rischio elettrico il datore di lavoro...predispone le procedure di uso e manutenzione”.*

Art. 81: *“le procedure d’uso e manutenzione devono essere predisposte tenendo conto delle leggi vigenti, nonché quelle indicate nelle norme di buona tecnica”.*

D. Lgs. 106/2009 - comma 3 bis: *“il datore di lavoro prende, altresì, le misure necessarie affinché le procedure di uso e manutenzione di cui al comma 3...siano quelle indicate nelle pertinenti norme tecniche”.*

D.M. 37/2008

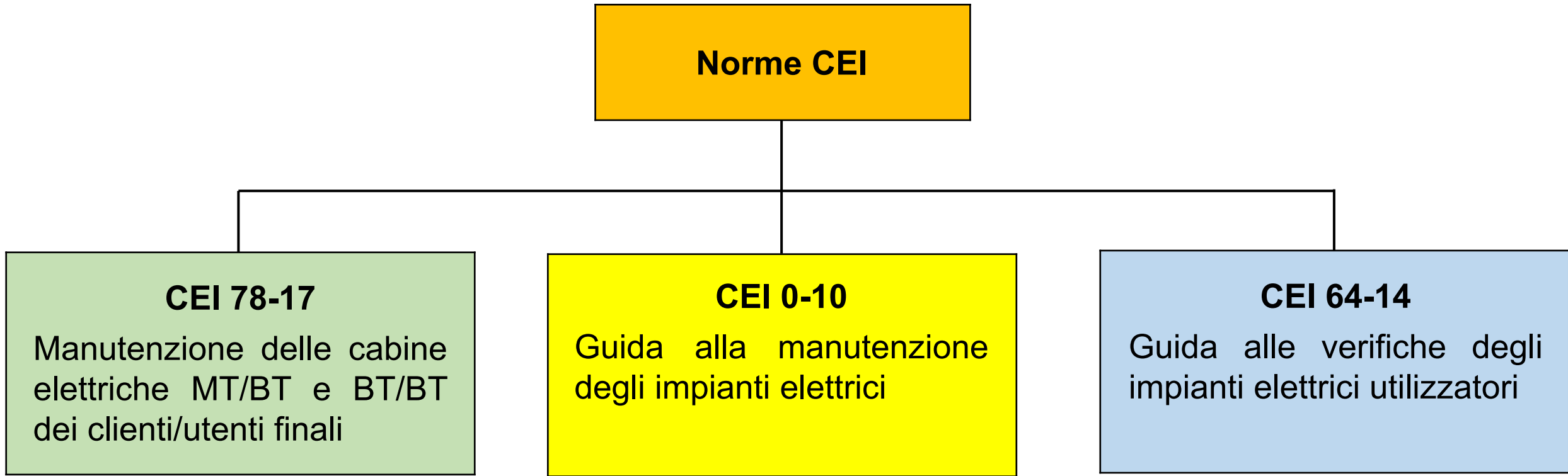
Art. 8, comma 2: *“il proprietario dell'impianto adotta le misure necessarie per conservarne le caratteristiche di sicurezza previste dalla normativa vigente in materia, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e la manutenzione predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto e dai fabbricanti delle apparecchiature installate”.*

Art. 10 - Manutenzione: *“La manutenzione ordinaria degli impianti...”.*

D.P.R. 151/2011

Art. 6, comma 2: *“i controlli, le verifiche, gli interventi di manutenzione e l’informazione di cui al comma 1, devono essere annotati in un apposito registro a cura dei responsabili dell’attività. Tale registro deve essere mantenuto aggiornato e reso disponibile ai fini dei controlli di competenza del comando”.*

CASE HISTORY: incendio in cabina



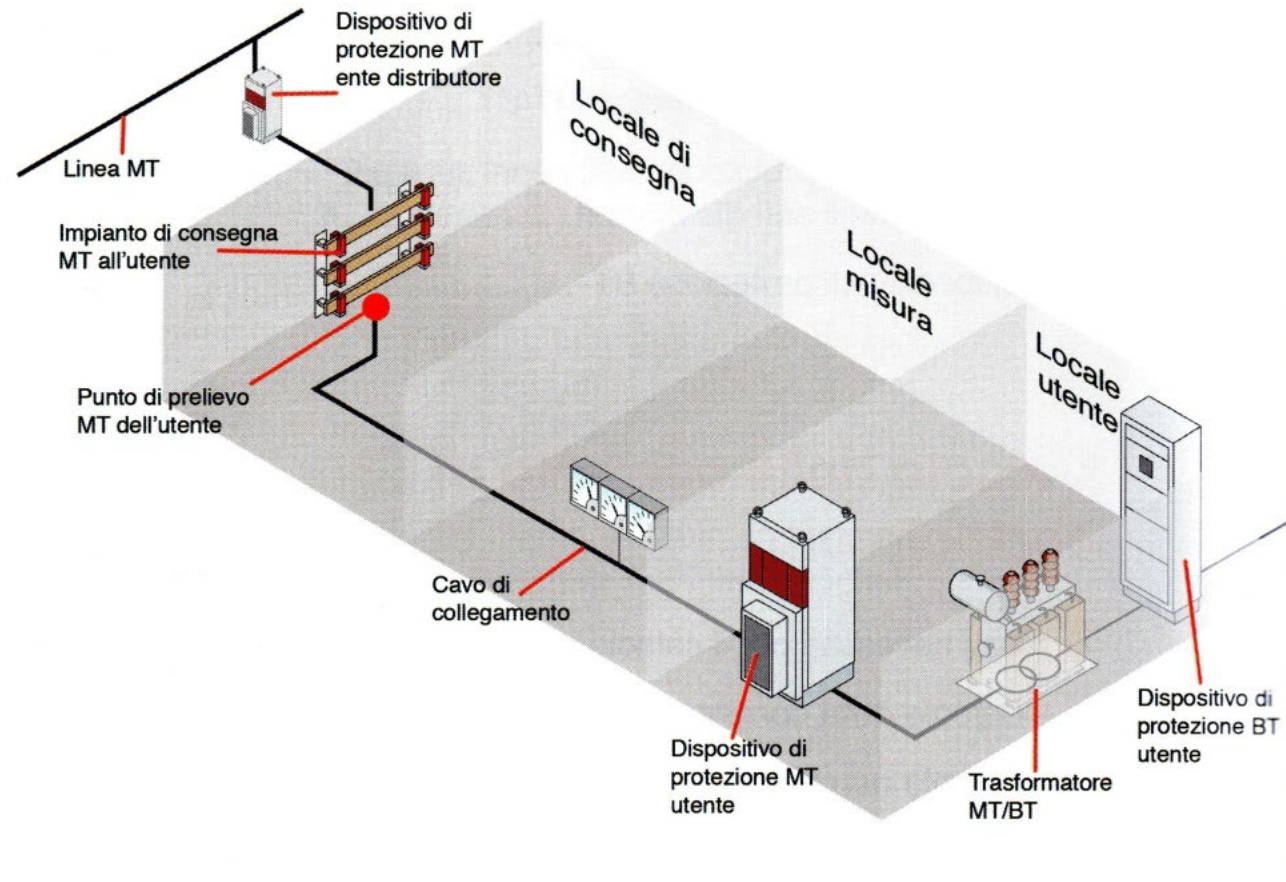
PARTE 1

ASPETTI COSTRUTTIVI E INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI

La Guida CEI 99-4 individua tre tipologie:

- a giorno (impianto all'interno di tipo aperto)
- in opera o premontata con apparecchiature prefabbricate
- prefabbricata (sottostazione prefabbricata ad alta/bassa tensione) Nota: esclusa dalla Guida 99-4





La cabina elettrica di trasformazione è costituita dall'insieme dei dispositivi (conduttori, apparecchiature di misura e controllo e macchine elettriche) dedicati alla trasformazione della tensione fornita dalla rete di distribuzione in media tensione (es. 15 kV o 20 kV), in valori di tensione adatti per l'alimentazione delle linee in bassa tensione (400 V – 690 V).

Le cabine elettriche possono essere suddivise in cabine pubbliche e cabine private.

ASPETTI COSTRUTTIVI

La cabina è considerata una costruzione e quindi è soggetta a concessione edilizia e come tale deve rispettare le distanze dai fabbricati, dai confini di altre proprietà, dalle strade, ecc.

Il locale cabina può essere realizzato in:

- mattoni pieni,
- calcestruzzo armato (gettato in opera o prefabbricato).

(Spesso le cabine isolate sono di tipo prefabbricato in calcestruzzo armato vibrato).

Il pavimento e il solaio devono essere dimensionati per sopportare il carico previsto.

Esempio: per un trasformatore da 1.000 kVA o 1.600 kVA è da prevedere rispettivamente un carico concentrato di 40 kN/m² e 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito, in entrambi i casi, di 5 kN/m².

RESISTENZA AL FUOCO

Le pareti e i solai dove sono installati trasformatori devono avere una resistenza al fuoco, rispetto alle altre parti dell'edificio, pari ad almeno REI 60 se la quantità di liquido isolante è minore di 1 m³ ed almeno REI 90 se maggiore di 1 m³.

Nota: fanno eccezione i locali cabina con trasformatori a secco la cui classe di comportamento al fuoco è F1.

Le porte che danno sull'esterno (all'aperto) non devono avere una particolare resistenza al fuoco; devono aprirsi verso l'esterno ed avere un'altezza non inferiore a 2 m ed una larghezza non inferiore a 0,80 m.

PASSAGGI E VIE DI FUGA

I passaggi per il transito delle persone devono avere una larghezza di almeno 80 cm (se il passaggio è previsto dietro un quadro chiuso la larghezza può essere ridotta a 50 cm).

Le vie di fuga devono essere larghe almeno 50 cm quando le portelle dei quadri sono aperte; il percorso massimo prima di accedere all'esterno, non deve essere maggiore di 20 m (se maggiore di 10 m si deve poter uscire da entrambi i lati del percorso).

VENTILAZIONE

Superficie areazione naturale locali con trasformatori (J.4.3)

- S = Apertura bassa = (m²)
- S' = Apertura alta = (m²)
- S' sopra trasformatore e preferibile lato opposto a S

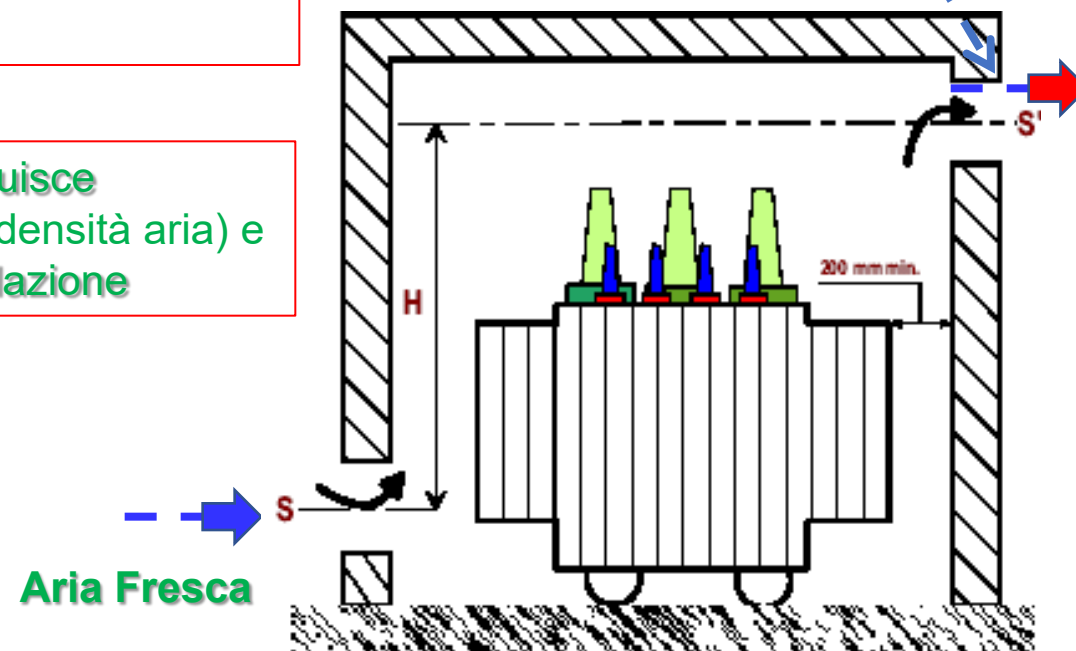
- Distanza trasformatore da pareti

- Con l'aumento dell'altezza s.l.m. diminuisce l'efficacia della ventilazione (riduzione densità aria) e quindi bisogna aumentare la S di ventilazione

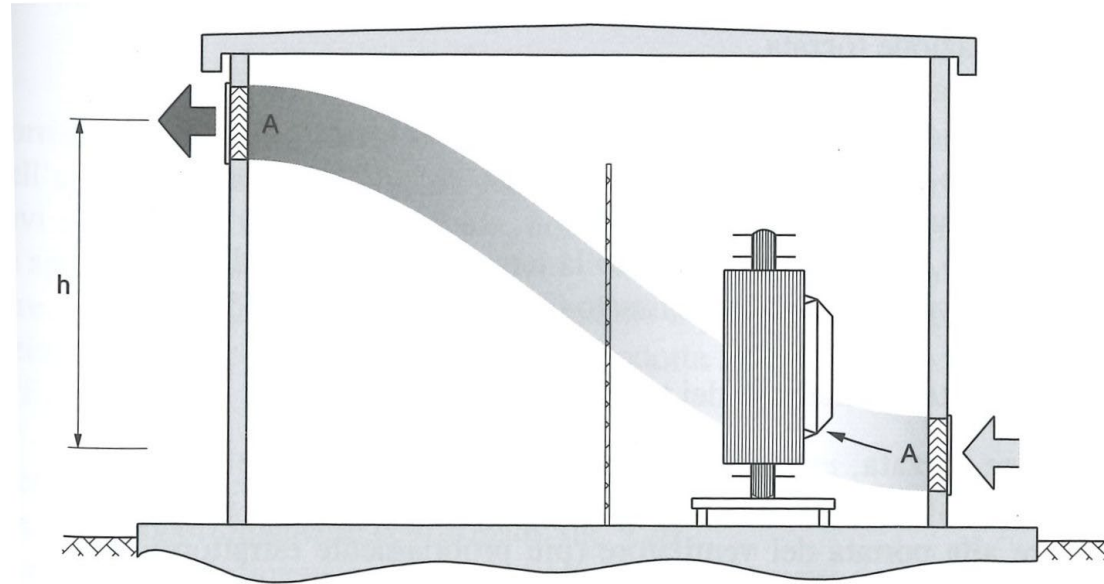
- S e S' Superficie netta apertura bassa e alta (m²) (Escludere griglie, reti, ecc.)
- $\sum P$ = perdite complessive [kW]
- H = altezza mezzeria tra le aperture [m].



Aria Calda



VENTILAZIONE



- Ventilazione naturale

$A = 0,238 P_t / \sqrt{h}$ nel caso di un'apertura su ogni parete

$A = 0,019 P_t / \sqrt{h}$ nel caso di due aperture su ogni parete

- Ventilazione forzata

$q_v = P_t \cdot 860 / c_p \cdot \rho \cdot \Delta t$

$q_v = 346 P_t$

VENTILAZIONE - Esempio

Si consideri una cabina MT/BT avente dimensioni: 6m x 6m x 3,5m con due griglie di aerazione (h = 2,60 m). La cabina contiene due trasformatori da 630 kVA, 20 kV/400 V, caricati al 50 %. La potenza persa alla corrente nominale è la seguente:

$$P_o = 1,1 \text{ kW}; P_k = 7,6 \text{ kW}; P_p = (1,1 + 7,6) = 8,7 \text{ kW}.$$

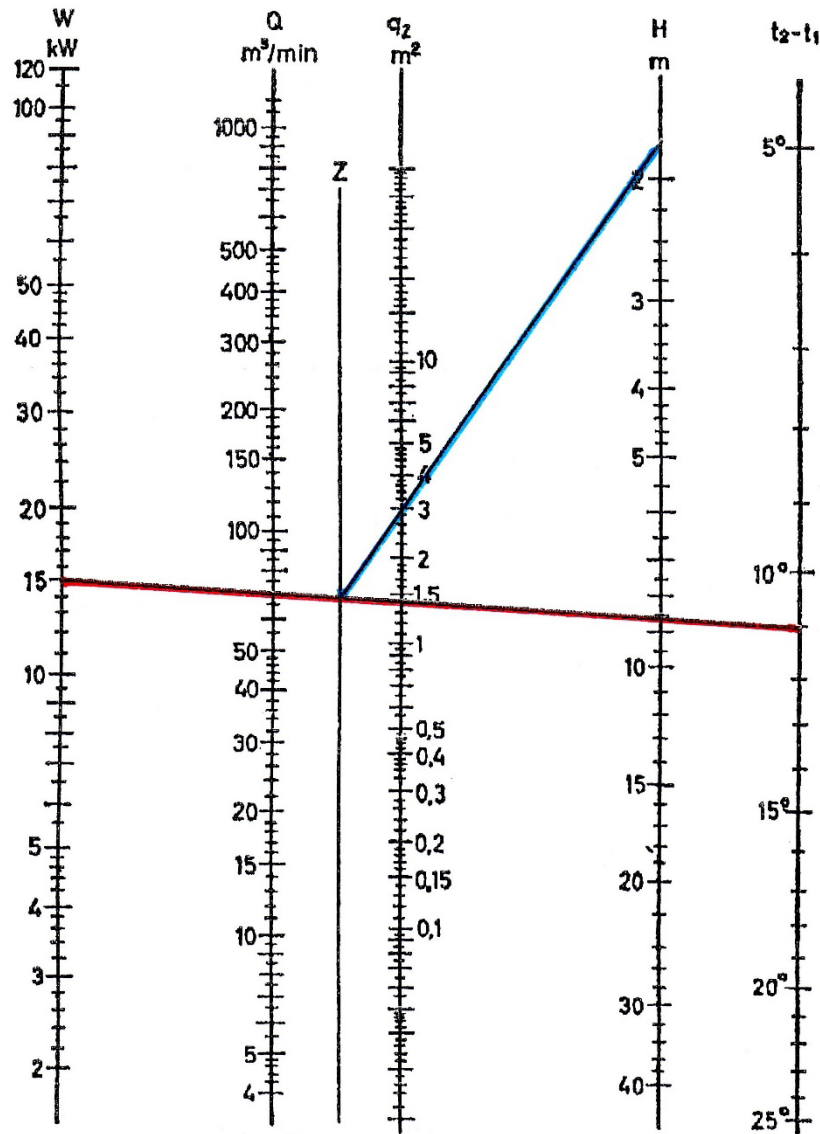
- Ventilazione naturale

$$P_t = 1,15 \left(1,1 + \frac{7,6}{4}\right) \cdot 2 = 6,9 \text{ kW} \quad A = 0,238 \cdot P_t / \sqrt{h} = 1,02 \text{ m}^2 \times 1,15 = 1,2 \text{ m}^2$$

- Ventilazione forzata

$$P_{tmax} = 1,15 \cdot P_p \cdot 2 = 20,01 \text{ kW} \quad q_v = 346 P_{tmax} = 6.924 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = \frac{q_v}{3.600(2 \times 1,02)} = 0,94 \text{ m/s}$$



Abaco per la determinazione della ventilazione della cabina.

Si parte dalle perdite totali di macchine e apparati presenti in cabina (nell'esempio 15 kW); si fissa il salto $t_2 - t_1$ e la distanza 180 cm fra la fonte di calore e l'apertura di ventilazione.

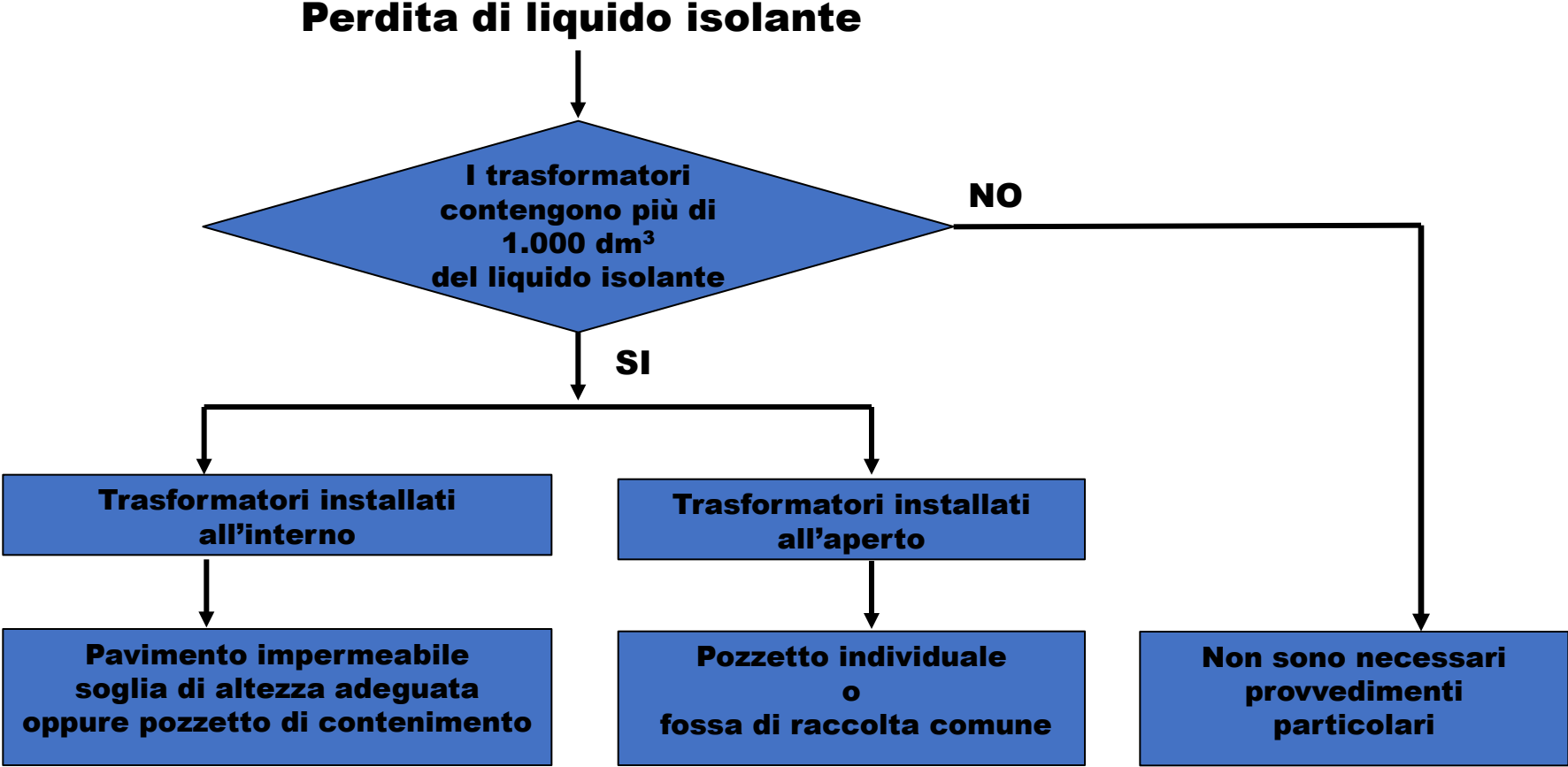
Da questi elementi si deducono:

- l'area delle aperture di ventilazione;
- i m³/min di ricambi d'aria necessari.

Legenda:

- W – perdite complessive (kW)
- Q – flusso d'aria (m³/min)
- Z – linea di rapporto
- q² – sezione delle finestre o del condotto d'aria (m²)
- H - differenza in altezza tra il centro della sagoma del cassone del trasformatore e l'uscita d'aria (m)
- T₁ - temperatura dell'aria in entrata (°C)
- T₂ - temperatura dell'aria in uscita (°C)

RACCOLTA OLIO



RACCOLTA OLIO

RACCOLTA FLUIDI ISOLANTI + APPARECCHIATURE ALL'ESTERNO (8.8.1.3)

- Prendere provvedimenti per contenere qualsiasi perdita da apparecchiature immerse in liquido per prevenire danni ambientali. Le norme o i regolamenti nazionali potrebbero specificare per quale contenuto minimo di liquido è prescritto il contenimento... Obbligo per la prevenzione incendi **DECRETO 15/7/2014 (1000 I)**.

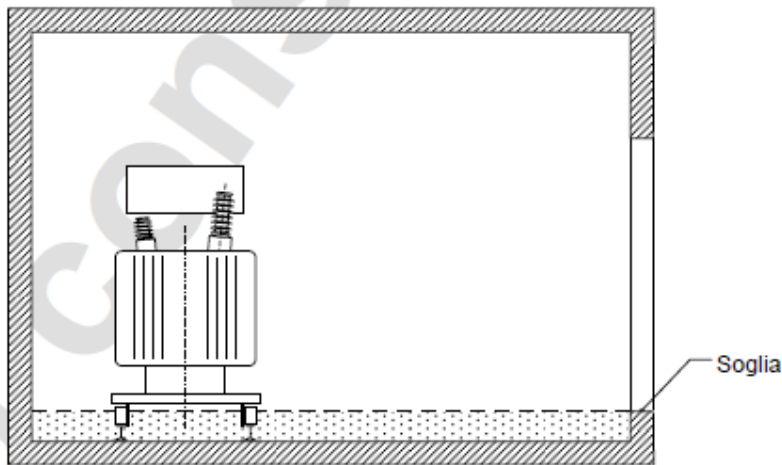


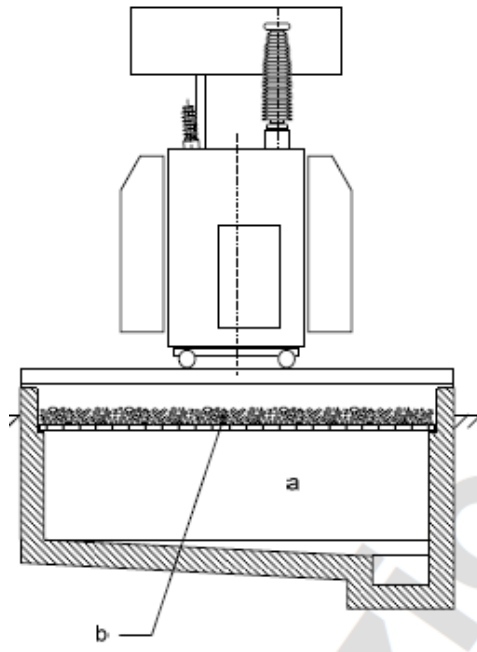
Figura 11 – Esempio senza strato di ghiaietto e serbatoio di raccolta, per piccoli trasformatori

- Altezza della soglia o volume dell'area di raccolta, considerando il volume del liquido isolante nelle apparecchiature, nonché qualsiasi volume d'acqua piovana e del sistema di protezione antincendio
- Valutare anche la vicinanza a corsi d'acqua e le condizioni del suolo per impianto scarico acque bianche

RACCOLTA OLIO

RACCOLTA FLUIDI ISOLANTI + APPARECCHIATURE ALL'ESTERNO (8.8.1.3)

Figura 8 – Fossa integrata con serbatoio di raccolta



- a) Contenimento: l'intera quantità del fluido del trasformatore oltre l'acqua piovana
- b) Per informazioni relative alle grate o alle prese antincendio, v. 8.7.2 della CEI 99-2

NOTA Si dovrebbe considerare, inoltre, l'acqua proveniente dallo impianto di estinzione (se esistente)

- a) Contenimento: come minimo il 20 % del liquido del trasformatore
- b) Per informazioni relative alle grate o alle prese antincendio, v. 8.7.2

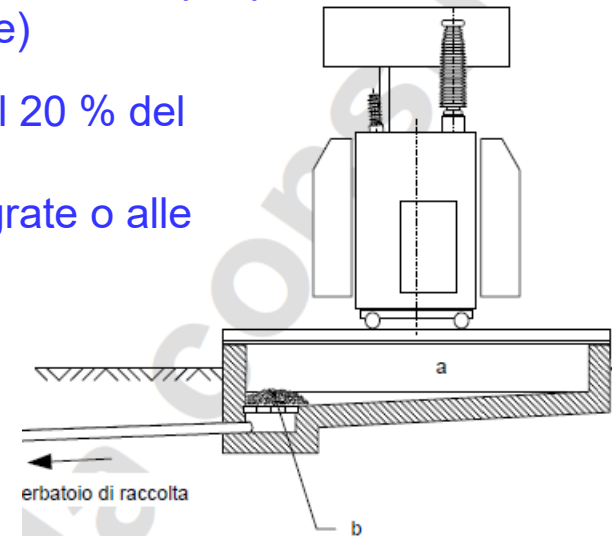


Figura 9 – Fossa con serbatoio di raccolta separato

ILLUMINAZIONE

La cabina deve essere provvista di un impianto di illuminazione artificiale e di almeno una presa di servizio.

Nelle sale quadri l'illuminazione raccomandata è di almeno 200 lx ed il fattore di uniformità 0,4.

La presa (o le prese) devono essere protette con fusibili oppure essere di tipo interbloccato.

La Norma CEI 99-2 all'articolo 7.1.5 richiede l'illuminazione di emergenza e le vie di fuga devono essere segnalate e illuminate.

SEGNALETICA

Sulla porta di ingresso devono essere esposti:



All'interno del locale non vi sono cartelli obbligatori da esporre; può essere utile il cartello divieto di effettuare manovre, da utilizzare per la messa in sicurezza dell'impianto nei lavori elettrici fuori tensione.



DOCUMENTAZIONE

Prima della connessione con la rete di MT l'utente deve fornire al distributore, relativamente alle caratteristiche dei locali del distributore e misure, la seguente documentazione:

- certificato di agibilità dei locali se costruiti in loco oppure;
- certificato di deposito nel caso di cabina a box prefabbricata;
- dichiarazione rilasciata dal costruttore della rispondenza dei locali alla norma CEI 99-2 oppure, in caso di cabina bassa prefabbricata, di rispondenza alla norma CEI 17-103;
- manuale tecnico contenente:
 - relazione tecnica del fabbricato;
 - disegni esecutivi del locale;
 - schema di impianto e della messa a terra.

DOCUMENTAZIONE

Per la connessione alla rete MT l'utente deve fornire:

- progetto della sezione MT dell'impianto e relativa dichiarazione di conformità (DM 37/08);
- attestato redatto su apposito modulo (Norma CEI 0-16, allegato G) delle regolazioni effettuate sulla PG.

DOCUMENTAZIONE

L'utente deve anche predisporre e conservare la seguente documentazione tecnica di riferimento:

- schema unifilare della sezione MT con indicate le caratteristiche delle apparecchiature (TA, TV, protezioni, interruttori, trasformatori, cavi, ecc.);
- schema di funzionamento del sistema di protezione SPG della logica di protezione e dello sgancio dell'interruttore generale DG;
- descrizione tecnica, manuali, dati di collaudo di: SPG, DG, sorgente di alimentazione dei servizi ausiliari.

MACCHINE E APPARECCHIATURE DELLA CABINA

- Trasformatore
- Cavi
- Quadro MT
- Quadro generale BT
- Relè, TA, TV, ausiliari
- Impianto di terra

Trasformatore

Trasformatore a secco in aria o inglobati in resina

Inglobato in resina



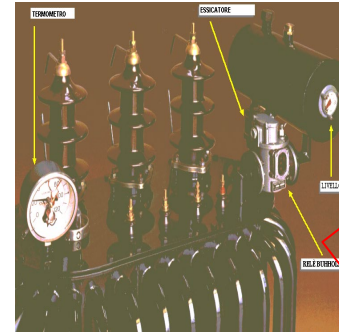
In aria



CEI EN 60076-11 (CEI 14-32)
CEI EN 50541-1 (CEI 14-44)

- Più impiegati nelle cabine interne ai siti industriali
- Assenza vasche, serbatoi o muretti di contenimento olio
- Risentono delle condizioni ambientali
- Minore manutenzione
- Limitazione delle perdite nel ferro e nel rame (trasformatori a basse perdite)
- Maggiori costi

Trasformatore in olio



CEI EN 60076-1 (CEI 14-4-1)
CEI EN 60076-2 (CEI 14-4-2)
CEI EN 50464-1 e A1 (CEI 14-34)

- Maggiore manutenzione
- Valutare vasche, serbatoi o muretti di contenimento olio o liquido isolante
- Aumento delle perdite nel ferro del cassone in caso di armoniche
- Minore costo

Trasformatore

La potenza nominale di un trasformatore S_r è la potenza apparente che il trasformatore può erogare in condizioni di servizio specificate.

$$S_r = \sqrt{3} V_r I_r$$

Valori normalizzati delle potenze dei trasformatori (Norma CEI 14-52, art. 6.2.2).

25 kVA	50 kVA	100 kVA	160 kVA	250 kVA	315 kVA	400 kVA	500 kVA
630 kVA	800 kVA	1.000 kVA	1.250 kVA	1.600 kVA	2.000 kVA	2.500 kVA	3.150 kVA

Perdite del trasformatore

Le perdite a vuoto sono date dalla somma delle perdite nel ferro e delle perdite per effetto Joule nell'avvolgimento primario a vuoto:

$$P_o = P_{Fe} + P_{jo}$$

Le perdite a carico P_k variano con il quadrato della corrente, ma vengono sempre riferite alla corrente nominale.

Le perdite totali sono date dalla somma:

$$P_p = P_o + P_k$$

Perdite a vuoto P_0 nei trasformatori in olio fino a 24 kV (tabella tratta dalla Norma CEI 14-52).

POTENZA NOMINALE S_r (kVA)	CATEGORIA		
	AAA ₀	AA ₀	A ₀
	P_0 (W)	P_0 (W)	P_0 (W)
≤ 25	35	63	70
50	45	81	90
100	75	130	145
160	105	189	210
250	150	270	300
315	180	324	360
400	220	387	430
500	260	459	510
630	300	540	600
800	330	585	650
1.000	390	693	770
1.250	480	855	950
1.600	600	1.080	1.200
2.000	730	1.305	1.450
2.500	880	1.575	1.750
3.150	1.100	1.980	2.200

Perdite a carico P_k nei trasformatori in olio fino a 24 kV (tabella tratta dalla Norma CEI 14-52).

POTENZA NOMINALE S_r (kVA)	CATEGORIA			U_{cc} %
	A_k	B_k	C_k	
	P_k (W)	P_k (W)	P_k (W)	
≤ 25	600	725	900	4%
50	750	875	1.100	
100	1.250	1.475	1.750	
160	1.750	2.000	2.350	
250	2.350	2.750	3.250	
315	2.800	3.250	3.900	
400	3.250	3.850	4.600	
500	3.900	4.600	5.500	
630	4.600	5.400	6.500	
800	6.000	7.000	8.400	
1.000	7.600	9.000	10.500	
1.250	9.500	11.000	-	
1.600	12.000	14.000	-	
2.000	15.000	18.000	-	
2.500	18.500	22.000	-	
3.150	23.000	27.500	-	

Esempio

Un trasformatore in olio da 630 kVA, categoria A₀ funziona all'80% del carico nominale con $\cos \varphi = 0,95$.

Calcolo del rendimento:

$$P_o = 0,60 \text{ kW} \qquad P_k = 6,5 \text{ kW}$$

$$P_u = 630 \times 0,80 \times 0,95 = 478,80 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{478,80}{478,80 + 0,60 + 6,5 \times 0,80^2} = 0,9948$$

Tensione e corrente di cortocircuito

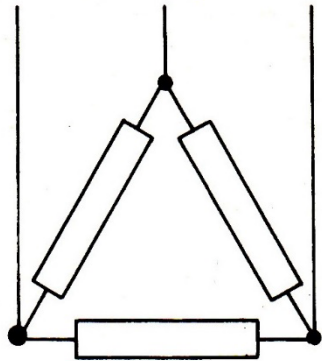
La tensione di cortocircuito v_{cc} è il valore di tensione con il quale si deve alimentare il primario, affinché nell'avvolgimento del secondario, chiuso in cortocircuito, circoli la corrente nominale I_r .

In tale ipotesi di funzionamento la corrente di cortocircuito trifase I_k al secondario di un trasformatore di potenza S_r e tensione secondaria V_r vale:

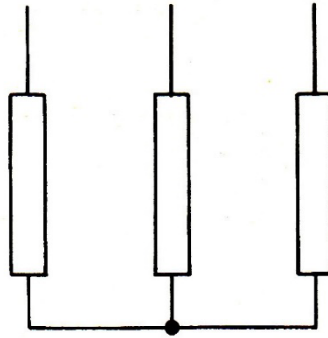
$$I_k = \frac{100}{v_{cc}} \cdot \frac{S_r}{\sqrt{3} V_r} = \frac{100}{v_{cc}} I_r$$

Gruppi

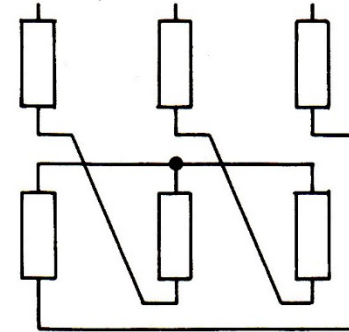
Gli avvolgimenti primari e secondari delle fasi dei trasformatori possono essere collegati tra loro a:



Triangolo



Stella



Zig-zag

Gruppi

Lo sfasamento delle tensioni primarie (in anticipo) rispetto alle tensioni secondarie è espresso in multipli di 30° .

Considerando lo spostamento angolare della bassa, rispetto all'alta tensione, i ritardi possibili sono: 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° , 180° , 210° , 240° , 270° , 300° , 330° , 360° .

I collegamenti che comportano lo stesso sfasamento (in senso orario) formano un gruppo.

Nella successiva slide viene mostrato il collegamento del gruppo 11 che è quello generalmente utilizzato in Italia.

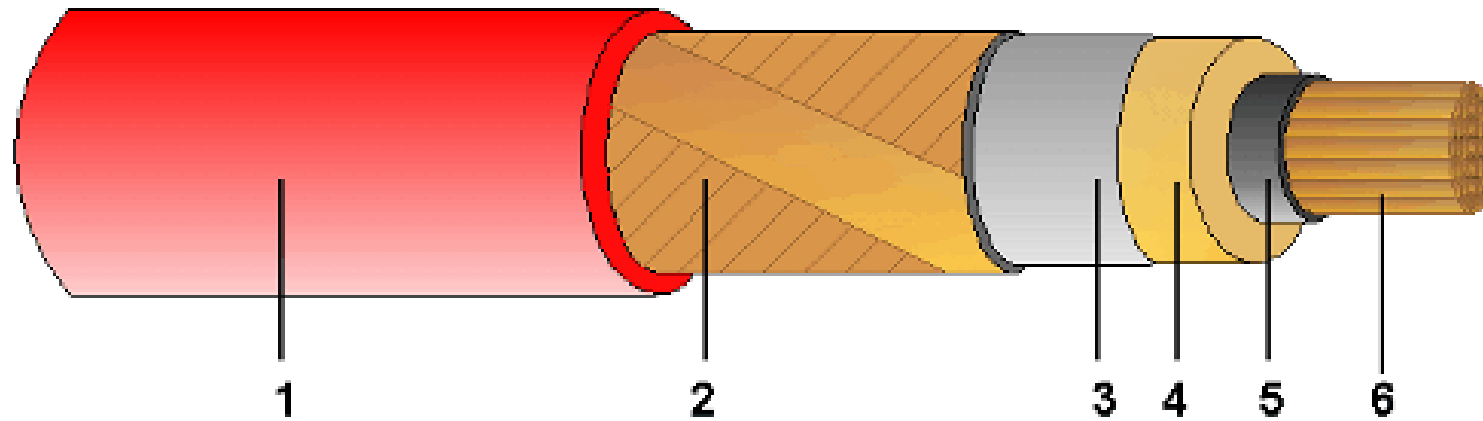
L'appartenenza di un trasformatore ad un ben identificato gruppo assume un'importanza fondamentale nel caso si debba realizzare il parallelo tra due macchine.

Tenuta del cortocircuito

Normalmente i trasformatori MT/BT vengono costruiti per essere installati in impianti con potenza di cortocircuito (pari a $\sqrt{3} V_r I_k$) fino a 500 MVA e per sopportare la corrente di cortocircuito al secondario per un tempo di 2 s.

Cavi

Cavi di media tensione



1 – Guaina esterna

2 – Schermo metallico

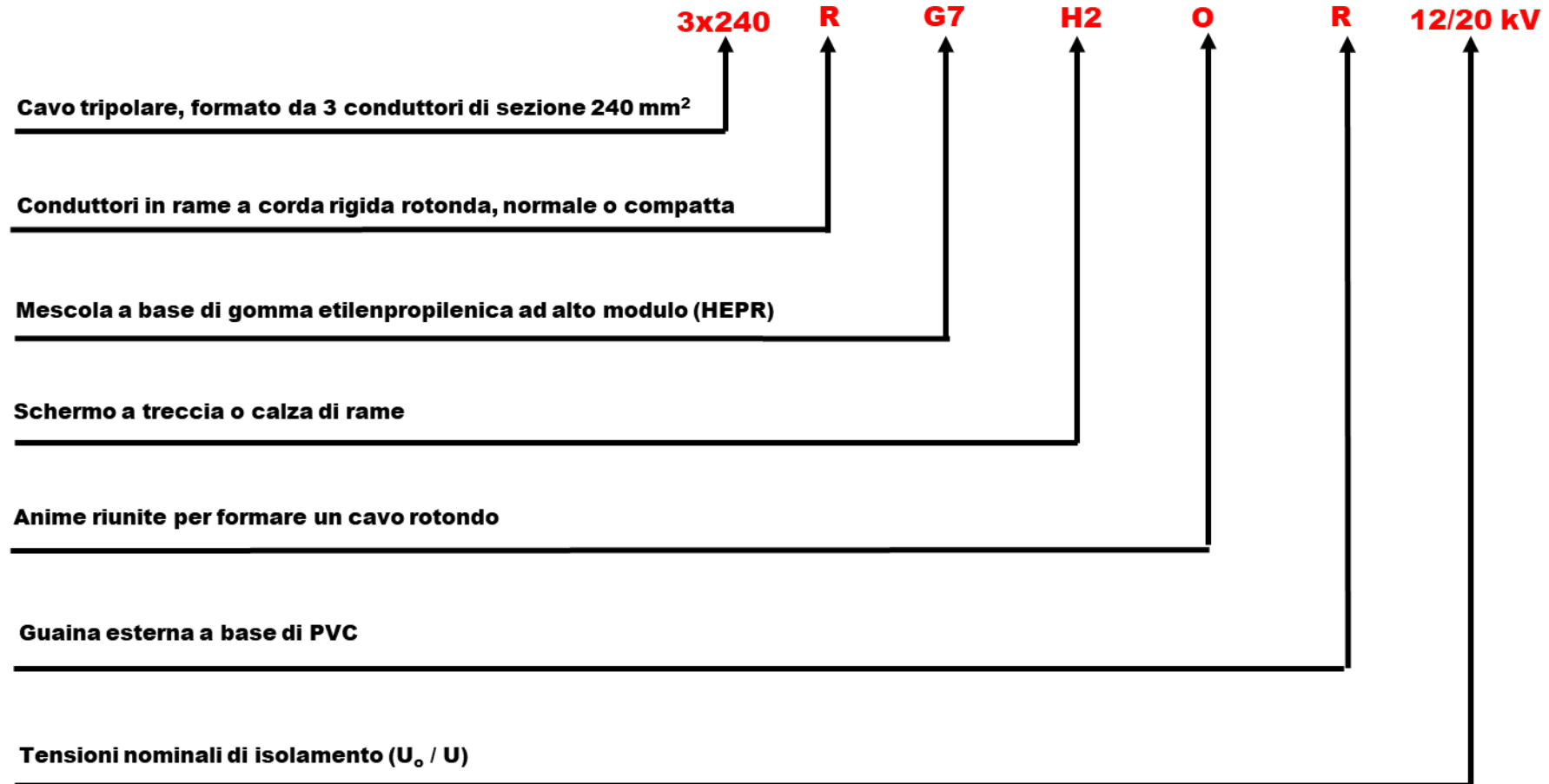
3 – Semiconduttivo esterno

4 – Isolante

5 – Semiconduttivo interno

6 – Conduttore

Cavi di media tensione



Cavi di media tensione

La guaina esterna dei cavi di media tensione è di colore rosso.

Ogni 55 cm vengono stampigliati nome del costruttore (o marchio di fabbrica), il contrassegno di comportamento al fuoco e l'eventuale marchio di qualità.

I cavi unipolari di uno stesso circuito devono essere posati nello stesso involucro (se metallico) per evitare fenomeni induttivi di riscaldamento.

I cavi di media tensione possono essere posati assieme ai cavi di bassa tensione.

Cavi CPR per media tensione

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI 20-13;V3

Data Pubblicazione

2018-10

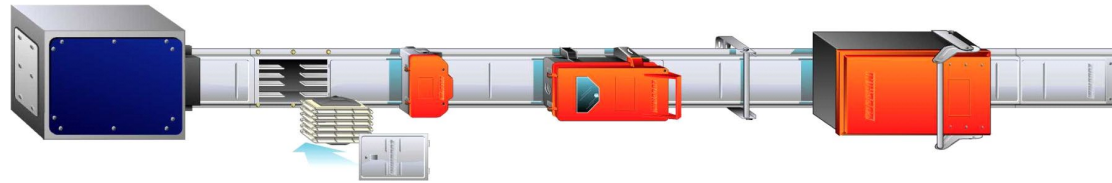
Titolo

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV

<i>Tipologie di cavi MT</i>	<i>Classe di reazione al fuoco</i>
(A)RG16H1(0)M20	B2 _{ca} -s1a,d1,a1
(A)RG26H1(0)M16	C _{ca} -s1b,d1,a1
(A)RG16H1(0)M16	C _{ca} -s1b,d1,a1
(A)RG16H1(0)R16	C _{ca} -s3,d1,a3
(A)RG16H1(0)R12	E _{ca}

Cavi di media tensione

Soluzione con condotti sbarre



L'impiego dei condotti sbarre (blindosbarre) è diffuso per le cabine per interno.

Non richiede predisposizione di cavedi e pertanto si possono predisporre i componenti della cabina senza i vincoli imposti dai cavedi.

I condotti sbarre, soprattutto per potenze elevate, sono una soluzione più compatta e meno ingombrante.

Quadro MT

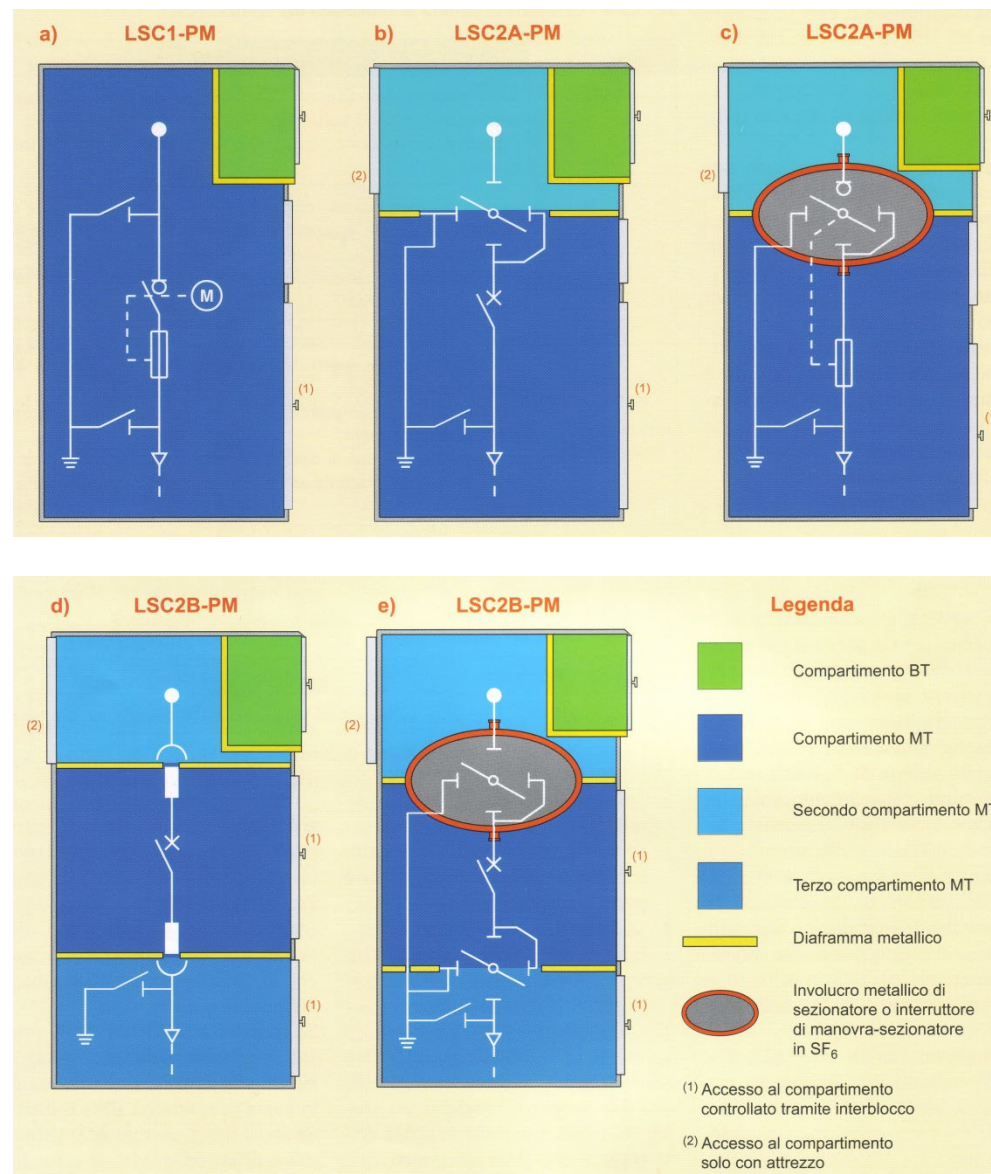


La Norma di riferimento per i quadri di media tensione è la EN 60298 (CEI 17-6, V edizione) dal titolo "Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV".

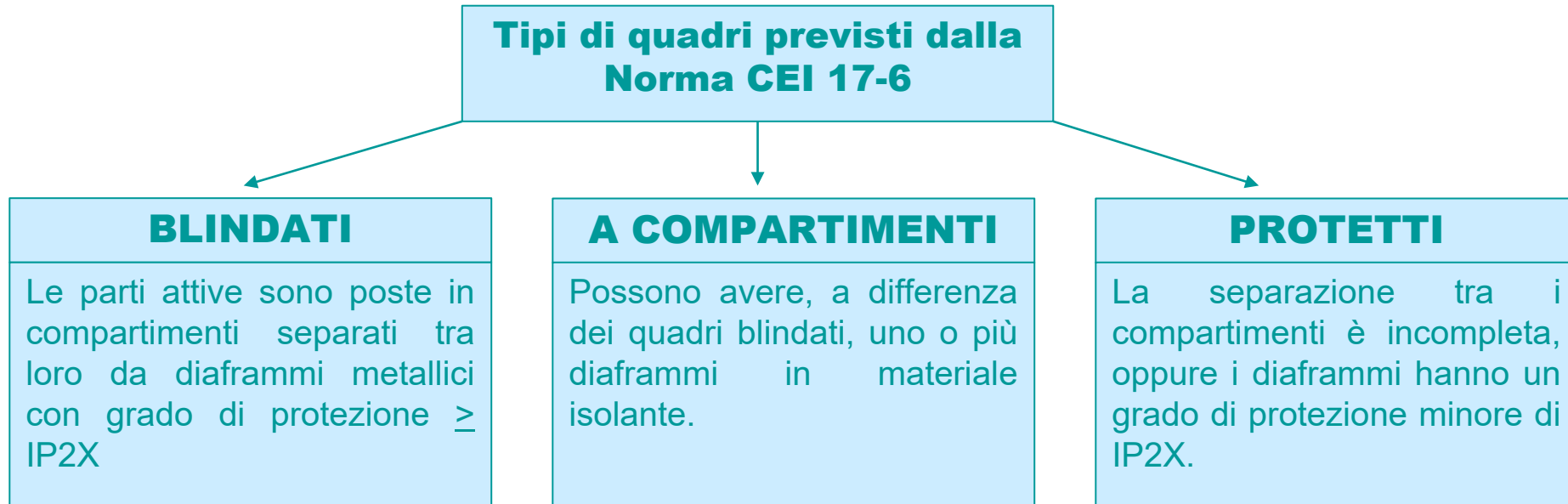
Un quadro di media tensione è composto da più unità funzionali, ciascuna delle quali può comprendere più compartimenti; la norma individua quattro tipi di compartimenti.

Esempi di unità funzionali di quadri MT isolati in aria e relativa classificazione secondo la norma EN 62271-200:

- Unità con un unico compartimento di media tensione per sbarre MT, dispositivi di protezione e terminazioni dei cavi (LSC1-PM);
- Unità con due compartimenti di media tensione (LSC2A-PM): uno per le sbarre MT, l'altro per dispositivi di protezione e terminazioni dei cavi (sezionatore in aria);
- Unità con due compartimenti di media tensione (LSC2A-PM): uno per le sbarre MT, l'altro per dispositivi di protezione e terminazione dei cavi (interruttore di manovra-sezionatore in SF₆);
- Unità con tre compartimenti di media tensione (LSC2B-PM): il primo per le sbarre MT, il secondo per dispositivi di protezione, il terzo per le terminazioni dei cavi (interruttore estraibile, con otturatori metallici);
- Unità con tre compartimenti di media tensione (LSC2B-PM) il primo per le sbarre MT, il secondo per dispositivi di protezione, il terzo per le terminazioni dei cavi (sezionatore in SF₆).

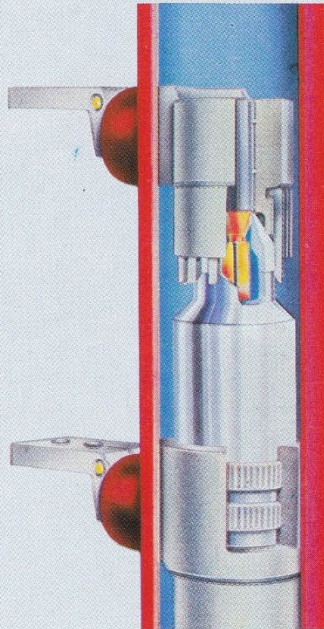


Quadro MT

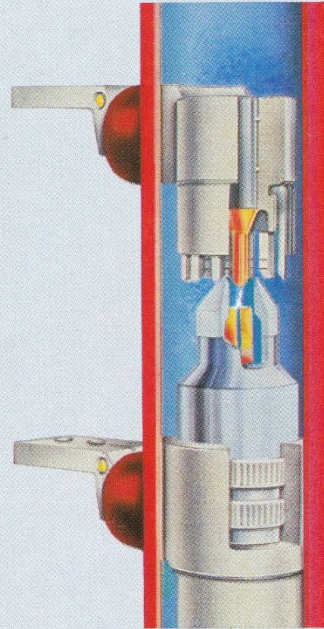


Quadro MT – Interruttori in SF₆

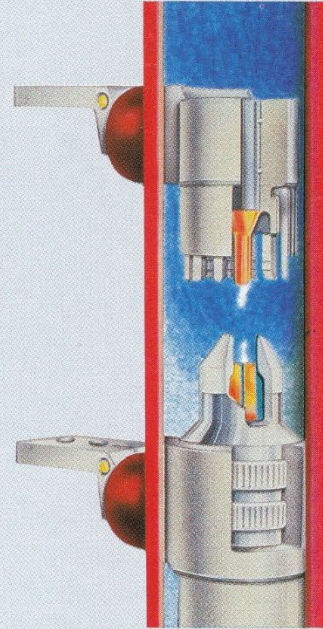
Sequenza di interruzione



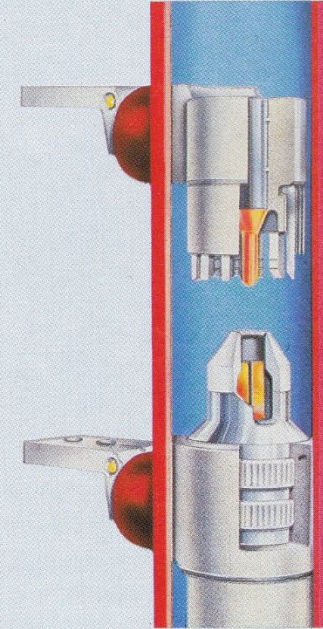
Polo con contatti chiusi



Polo al momento della separazione dei contatti d'arco

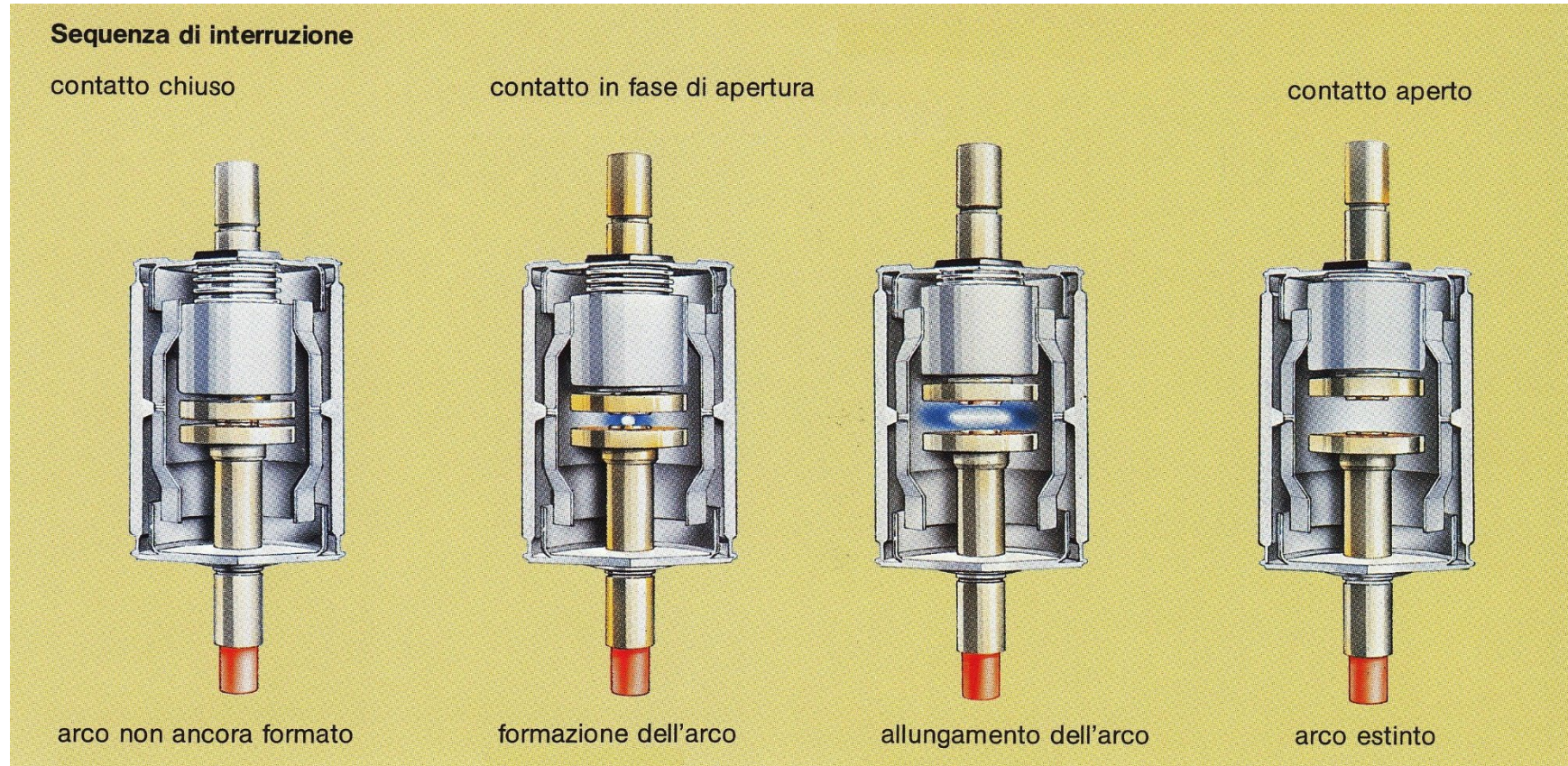


Polo in fase di spegnimento dell'arco



Polo dopo lo spegnimento dell'arco

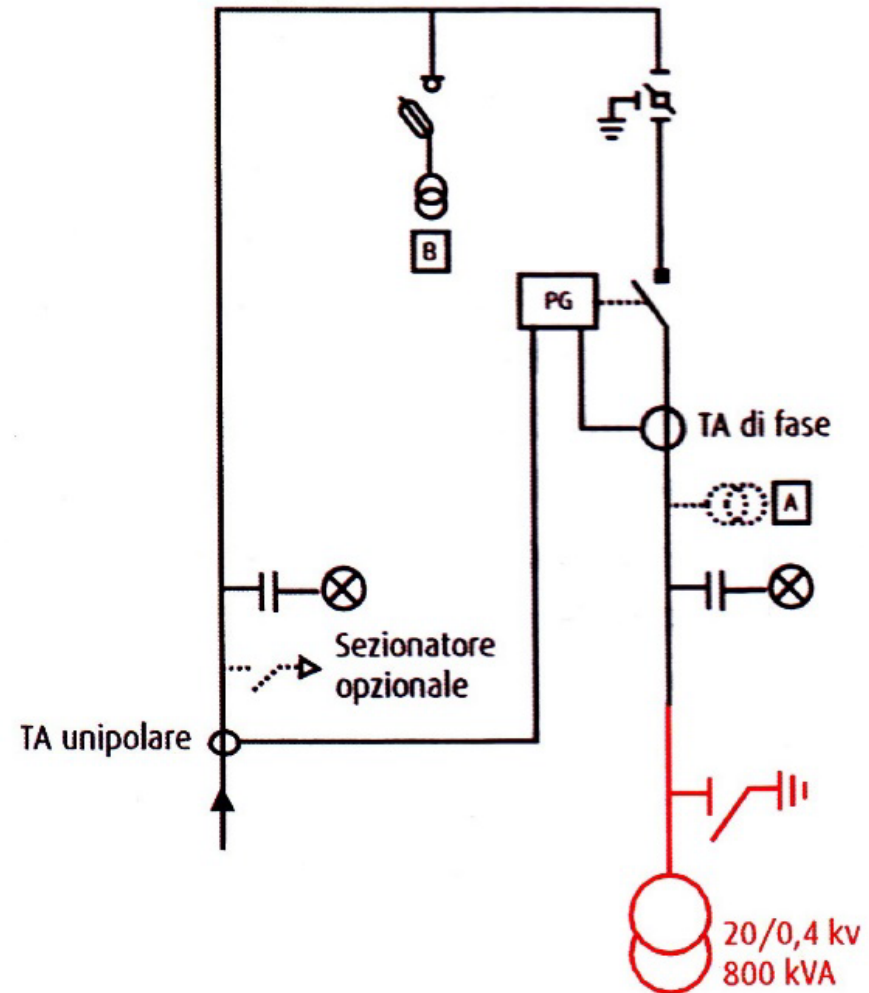
Quadro MT – Interruttori sotto vuoto



Quadro MT

L'unico apparecchio di protezione ammesso dalle regole tecniche di connessione (CEI 0-16) per realizzare la funzione di Dispositivo Generale è l'interruttore di media tensione.

È importante ricordare che allo schema generale previsto al capitolo 8 della Norma CEI 0-16 dovrà essere aggiunto un sezionatore di terra per permettere la messa a terra del cavo che collega il DG con il trasformatore.



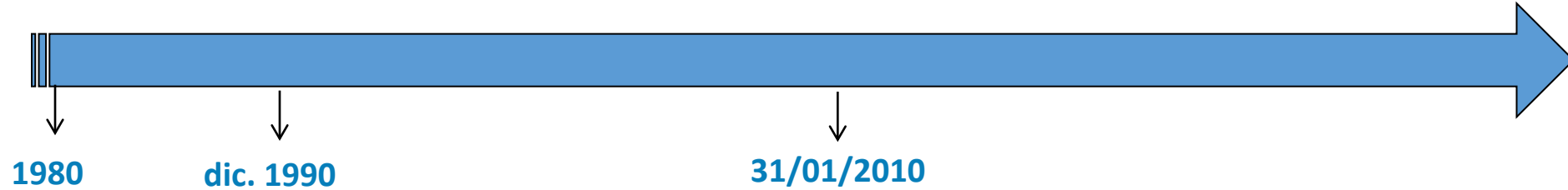
Schema connessione con sezionatore di terra lato carico

Quadro generale di BT

È soggetto alla Norma CEI EN 61439-2 "Quadri di potenza" che deve essere utilizzata unitamente alla Norma CEI EN 61439-1 "Regole generali".



QUADRI ELETTRICI: evoluzione normativa



ACF

Dalle precedenti Norme 60439 alle nuove CEI EN 61439

IEC 60439-1	IEC 61439-1 regole generali
	IEC 61439-2 quadri di potenza
IEC 60439-3	IEC 61439-3 quadri di distribuzione
IEC 60439-4	IEC 61439-4 quadri per cantiere
IEC 60439-5	IEC 61439-5 quadri per reti pubbliche
IEC 60439-6	IEC 61439-6 condottii sbarre

QUADRI ELETTRICI

Targhe

Ogni apparecchiatura assiemata deve essere provvista di una targa recante:

- a) nome o marchio di fabbrica del costruttore ⁽¹⁾;
- b) matricola o altro codice univoco;
- c) data di costruzione;
- d) norma di riferimento.

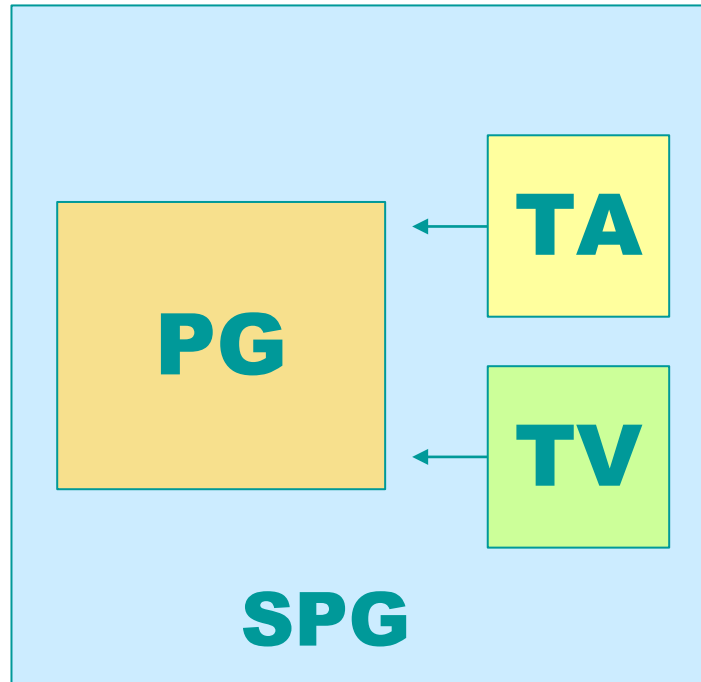
⁽¹⁾ La norma precisa che *“come costruttore del quadro viene considerata quella organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito”*.
L'articolo 3.10.1 identifica altresì il costruttore originale *“nell'organizzazione che ha effettuato il progetto originale e le verifiche associate di un quadro in accordo con la Norma applicabile”*.

QUADRI ELETTRICI: targa

Devono inoltre essere riportate, se possibile sulla targa o in alternativa nella documentazione tecnica fornita dal costruttore, le seguenti specifiche:

N.	Tipo di specifiche e/o informazione	N.	Tipo di specifiche e/o informazione
1	Tensione nominale (U_n)	13	Grado di inquinamento
2	Tensioni nominali di impiego dei circuiti (U_e)	14	Modi di collegamento a terra
3	Tensione nominale di tenuta a impulso (U_{imp})	15	Installazione all'interno e/o all'esterno
4	Tensione nominale di isolamento (U_i)	16	Quadro fisso o mobile
5	Corrente nominale del quadro (I_{nA})	17	Utilizzo da parte di persone esperte/avvertite o comuni
6	Corrente nominale di ogni circuito (I_{nc})	18	Classificazione della compatibilità elettromagnetica (EMC)
7	Corrente nominale ammissibile di picco (I_{pk})	19	Condizioni speciali di servizio
8	Corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}), e relativa durata	20	Configurazione dell'involucro (quadro chiuso, o aperto, ecc.)
9	Corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc})	21	Protezione contro l'impatto meccanico (grado IK)
10	Frequenza nominale (f_n)	22	Tipo di costruzione, ovvero quadro in esecuzione fissa o con parti asportabili
11	Fattore nominale di contemporaneità (RDF)	23	Misure (addizionali) di protezione contro lo shock elettrico
12	Grado di protezione IP	24	Dimensioni esterne e masse

Relè e trasformatori di protezione



L'insieme dei relè di protezione per sovracorrente associati all'interruttore generale costituiscono la PG (Protezione Generale).

La PG riceve i segnali dai trasformatori TA e TV.

L'insieme della PG, dei TA e dei TV e dei relativi circuiti di sgancio e di alimentazione costituisce il Sistema di Protezione Generale (SPG).

Relè e trasformatori di protezione

La protezione contro le sovracorrenti sulle fasi del sistema viene attuata tramite un relè con tre diverse soglie:

I > sovraccarico (51)

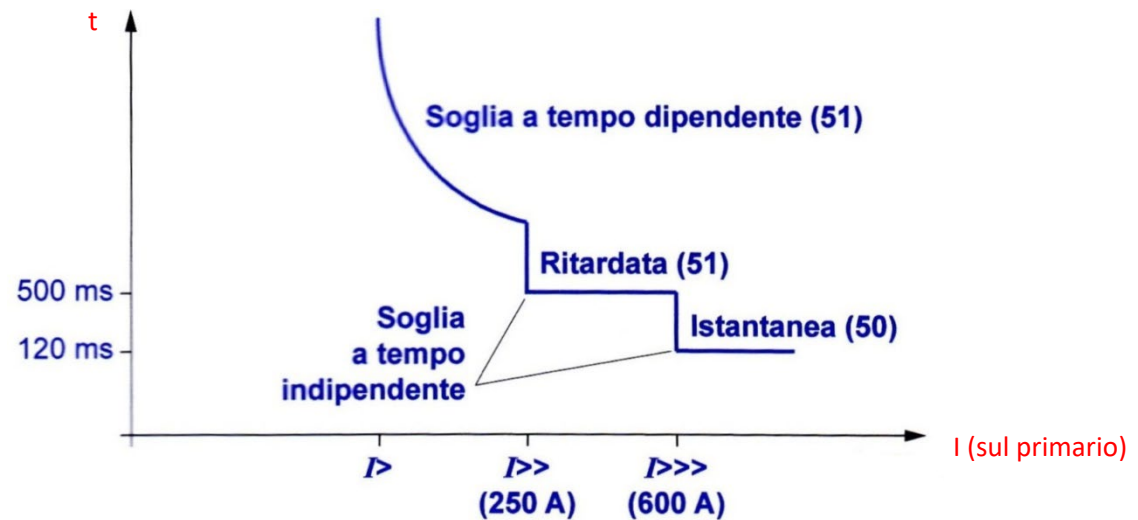
I >> con ritardo intenzionale (51)

I >>> istantanea, ovvero senza ritardo intenzionale (50)

Nota: i numeri 50 e 51 tra parentesi sono quelli adottati dal codice ANSI/IEEE per definire le funzioni dei relè impiegati a vario titolo nelle apparecchiature.

Relè e trasformatori di protezione

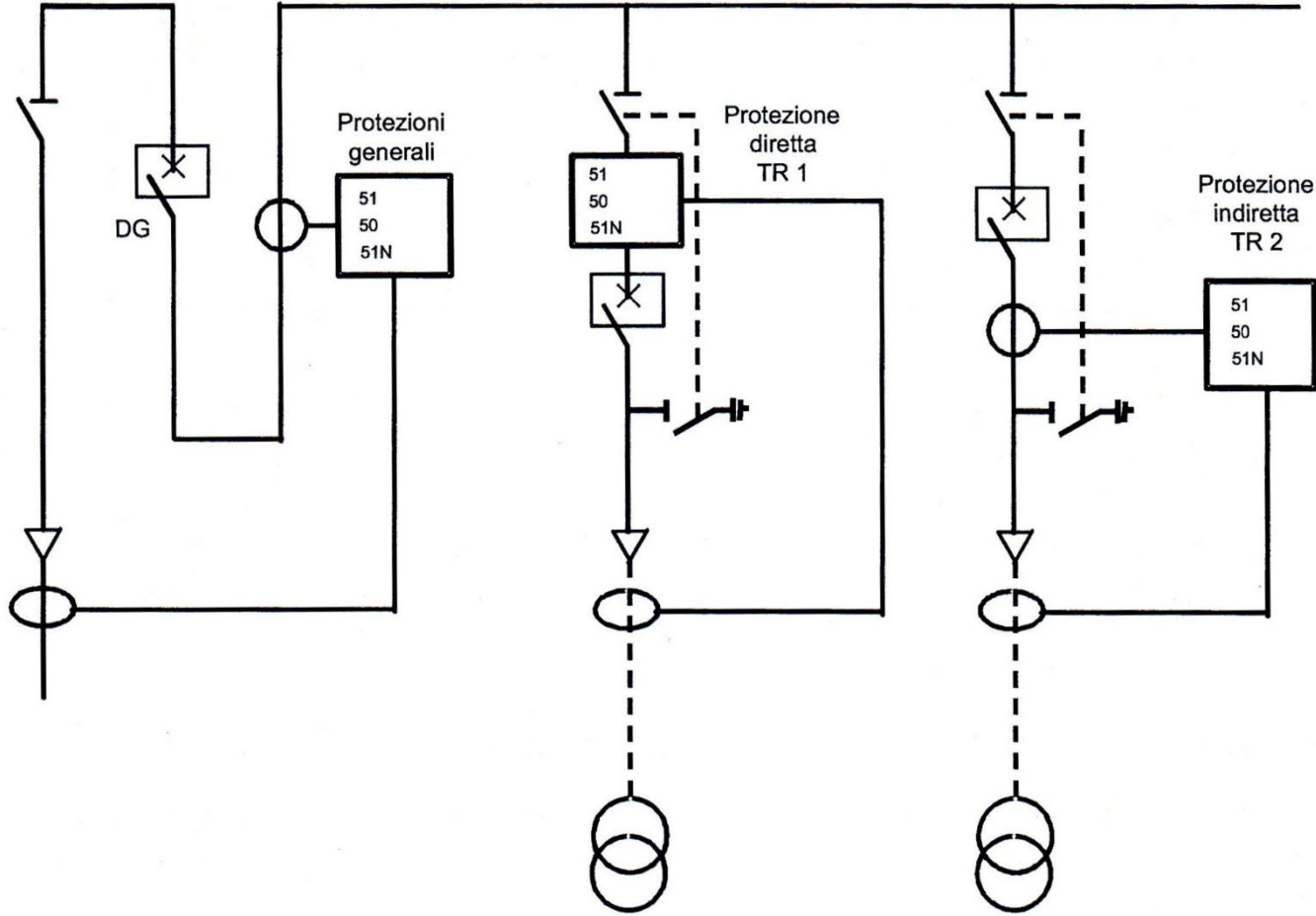
L'utente, nell'impostare le tarature, non può superare i valori indicati dal distributore; quest'ultimo non può richiedere tarature inferiori a quelle indicate nel diagramma.



Simbologia della funzione dei relè

Codice ANSI/IEEE	Definizione della funzione	Simbologia CEI 0-16	Simbologia corrispondente alla Norma CEI EN 60617-7
51	Massima corrente di fase temporizzata	$I >>$	$I > \overline{\overline{=0}}$
50	Massima corrente di fase istantanea	$I >>>$	$I > \overline{=0}$
51 N	Massima corrente di terra temporizzata	$I_0 >$	$I > \perp \overline{\overline{=0}}$
50N	Massima corrente di terra istantanea	$I_0 >>$	$I > \perp \overline{=0}$
67	Massima corrente di fase direzionale		$I > \bullet \leftarrow \overline{=0} \overline{\overline{=0}}$
67N	Massima corrente omopolare direzionale		$I > \perp \bullet \leftarrow \overline{=0} \overline{\overline{=0}}$

Esempio



Esempio – Dati dell'impianto

Trasformatori 20/0,4 kV

potenza nominale: $S_{rT} = 1.000 \text{ kVA}$

tensione di cortocircuito: $u_{kr} = 6\%$

corrente nominale primaria: $I_{rT1} = 28,9 \text{ A}$

corrente nominale secondaria: $I_{rT2} = 1.443 \text{ A}$

corrente di inserzione: $I_i = 10 \cdot I_n = 289 \text{ A}$

costante di tempo inserzione: $T_i = 0,35 \text{ s}$

andamento della corrente di inserzione $I(t) = (I_i/u_{r2}) \cdot e^{(-t/T)}$

Corrente di cortocircuito lato sbarre di cabina BT:

tensione nominale: $U_r = 400 \text{ V}$

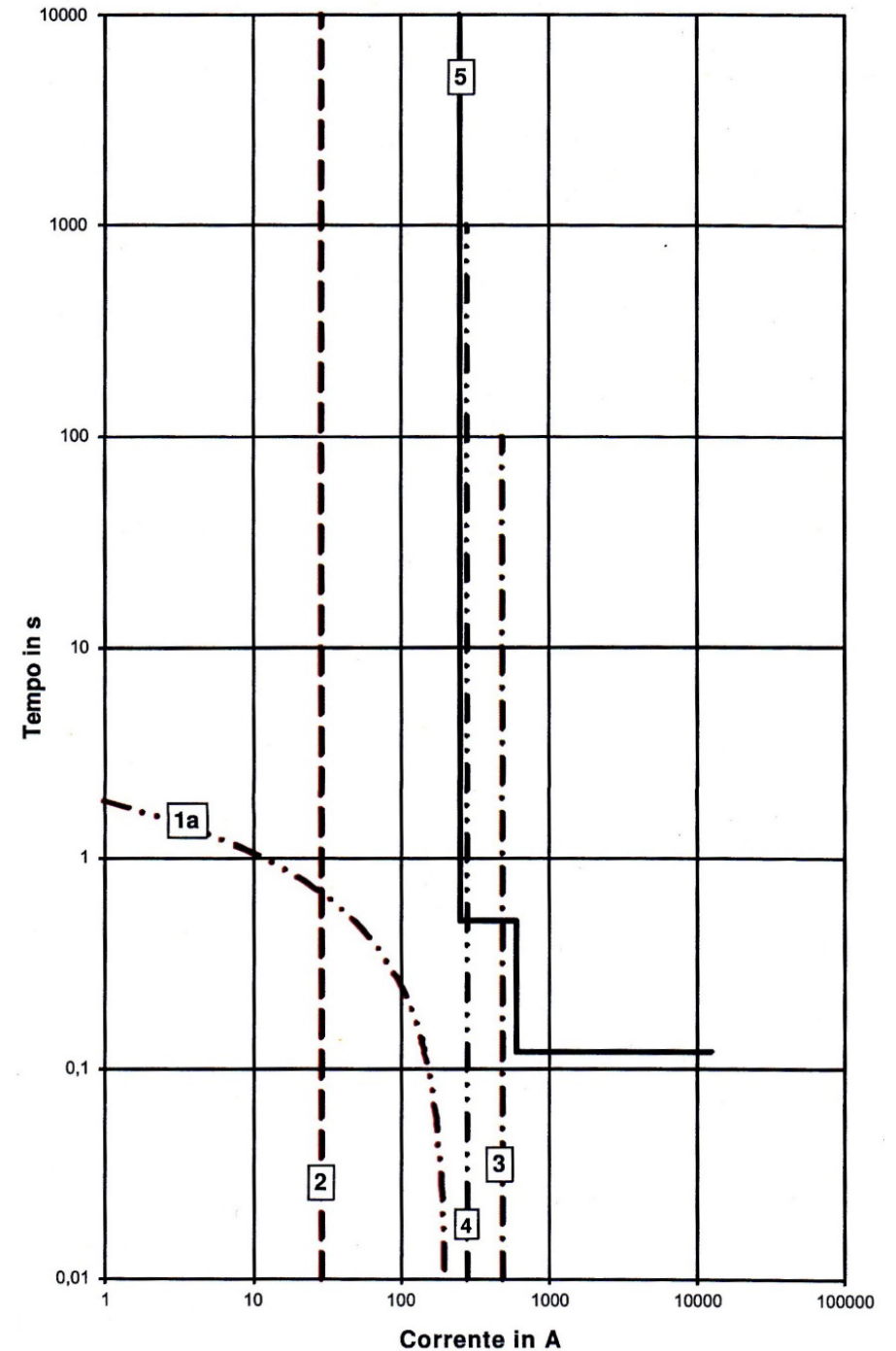
corrente di corto circuito al secondario di uno dei TR, $I''_{kLV} = (100 \cdot I_{rT2}) / u_{kr}\%$
 $= 24,0 \text{ kA}$

corrispondenti a $I''_{kMT} = 481 \text{ A}$ riferiti a 20 kV primari.

Esempio

Legenda

- Curva 1a : Curva di inserzione del TR1/TR2 da 1000 kVA
- Curva 2 : Corrente Nominale del TR1/TR2 pari a 28,9 A
- Curva 3 : Corrente di cortocircuito lato BT riportata al primario pari a 481 A
- Curva 4 : Corrente di terra lato BT riportata al primario pari a 277,5 A
- Curva 5 : Limiti massimi di regolazione e tempi di eliminazione del guasto (Norma CEI 0-16)



Esempio – dati forniti dal distributore

Oggetto: Informazioni riguardanti la rete di alimentazione del Distributore per il dimensionamento delle apparecchiature, la taratura dei dispositivi di protezione, il progetto e la verifica dell'impianto di terra relativi alla fornitura:

Ditta: xxxxxxx - Cabina xxxxxx - Via xxxxxxx - xxxxx

Con riferimento alla vostra richiesta del xx.xx.xxxx rendiamo noto che:

- 1) il vostro impianto di terra è compensato
- 2) la cabina in oggetto è alimentata dalla linea MT "xxxxx" in partenza dalla Cabina Primaria di "xxxxx";
- 3) presenta le seguenti caratteristiche
 - Tensione nominale: 20 kV \pm 10%
 - Frequenza nominale: 50 Hz \pm 1% (95% dell'anno)
 - Corrente di cortocircuito trifase: 12,5 kA
 - Stato del neutro: compensato
 - Corrente di guasto monofase a terra: 50 A
 - Tempo di eliminazione del guasto monofase a terra: 10 s
 - Tempo di eliminazione del doppio guasto a terra: < 0.2 s
 - Caratteristiche dell'alimentazione MT: Conformi alla Norma CEI EN 50160

È utile sottolineare che il valore della corrente di guasto monofase a terra ed il relativo tempo di eliminazione del guasto sopra indicati, possono subire variazioni per effetto dell'evoluzione della rete di distribuzione; pertanto, nel controllare periodicamente il Vostro impianto di terra, si dovrà tener conto dei nuovi parametri comunicati secondo la Norma CEI 0-16.

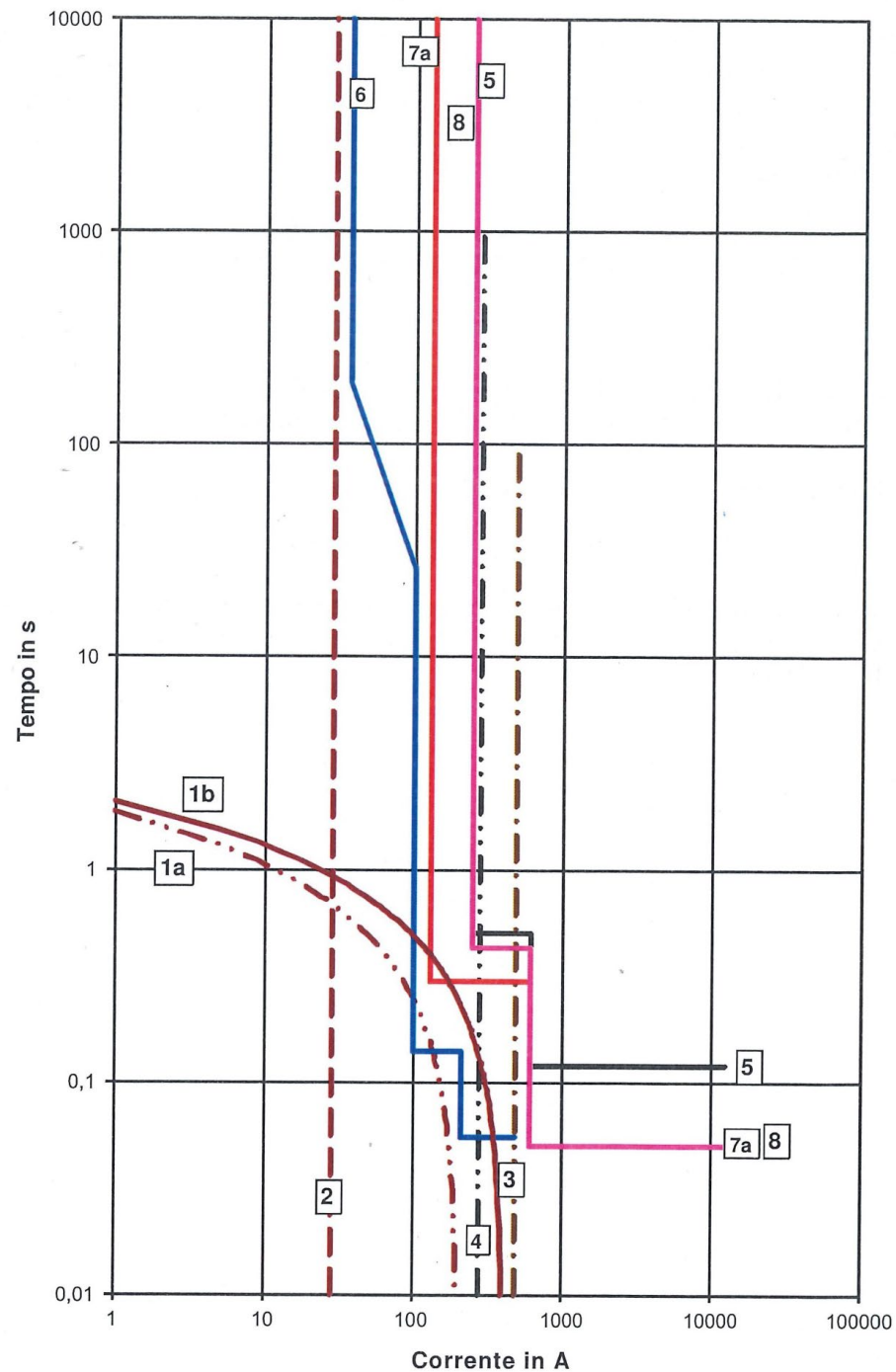
Esempio – dati forniti dal distributore

Protezioni	Soglie	Tempi di eliminazione del guasto	Valori di regolazione della corrente
Massima corrente			
51	Prima soglia	$\leq 0,5$ s	≤ 250 A
50	Seconda soglia	$\leq 0,12$ s	≤ 600 A
Massima corrente omopolare			
51N	Prima soglia	$\leq 0,45$ s	≤ 2 A
51N	Seconda soglia	$\leq 0,17$ s	≤ 98 A

Esempio

Legenda

- Curva 1a : Curva di inserzione del TR1/TR2 da 1000 kVA
- Curva 1b : Curva di inserzione somma dei TR1 e TR2 da 1000 kVA
- Curva 2 : Corrente Nominale del TR1/TR2 pari a 28,9 A
- Curva 3 : Corrente di cortocircuito lato BT riportata al primario pari a 481 A
- Curva 4 : Corrente di terra lato BT riportata al primario pari a 277,5 A
- Curva 5 : Limiti massimi di regolazione e tempi di eliminazione del guasto (Norma CEI 0-16)
- Curva 6 : Regolazione dell'interruttore arrivo 400 V riportato al primario del TR1/TR2
- Curva 7a : Regolazione della protezione sull'interruttore a 20 kV del TR1/TR2
- Curva 8 : Regolazione della protezione sull'interruttore a 20 kV del DG



2.7 Servizi ausiliari

L'efficienza delle protezioni e la continuità di servizio dipendono dal funzionamento del sistema di protezione (SPG), dal comando di apertura dell'interruttore generale (DG) e quindi da un efficiente monitoraggio degli stessi.

Inoltre una sorgente di alimentazione ausiliaria (ad esempio un UPS) deve garantire in mancanza dell'alimentazione ordinaria in BT, il funzionamento dei servizi ausiliari.

Servizi ausiliari

Alimentazione: UPS o soccorritore con o senza inverter

Tensione dei servizi ausiliari: 100 – 110 – 120 – 230 V c.a.

48 – 110 – 125 – 220 V c.c.

Autonomia: non inferiore a 1 h (valutare il tempo di intervento del personale operativo)

Servizi ausiliari

La sezione dei circuiti ausiliari deve essere tale da limitare la caduta di tensione nelle condizioni massime di carico (relè, bobine, ecc. funzionano tra -15% e +10% della tensione nominale).

La lunghezza massima di un circuito ausiliario monofase non deve superare

$$L_{max} = \frac{u\% U_n^2 s}{200 \rho C_T \cos \varphi}$$

Legenda:

$u\%$ = caduta di tensione percentuale

U_o = tensione nominale (V)

s = sezione dei conduttori (mm²)

ρ = resistività del rame

C_T = potenza del carico (VA)

$\cos\varphi$ = fattore di potenza del carico

Impianto di terra

Valgono le Norme CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522; quest'ultima, in particolare, per la rete di terra.

Il valore della corrente di guasto monofase a terra e il tempo di eliminazione del guasto devono essere comunicati dal distributore all'utente in occasione della richiesta di connessione, mentre il dispersore unico, relativo all'impianto di consegna e all'impianto di utenza per la connessione, deve essere progettato e realizzato a cura dell'utente, sulla base delle informazioni vincolanti fornite dal distributore relativamente alla disposizione delle masse, delle masse estranee, delle apparecchiature, degli edifici e di ogni altro elemento che influenzi le tensioni di contatto e di passo nell'impianto di consegna e nell'impianto di utenza per la connessione.

Impianto di terra

La corrente di guasto a terra I_F si può calcolare con la formula:

$$I_F = (0,003 L_1 + 0,2 L_2) U$$

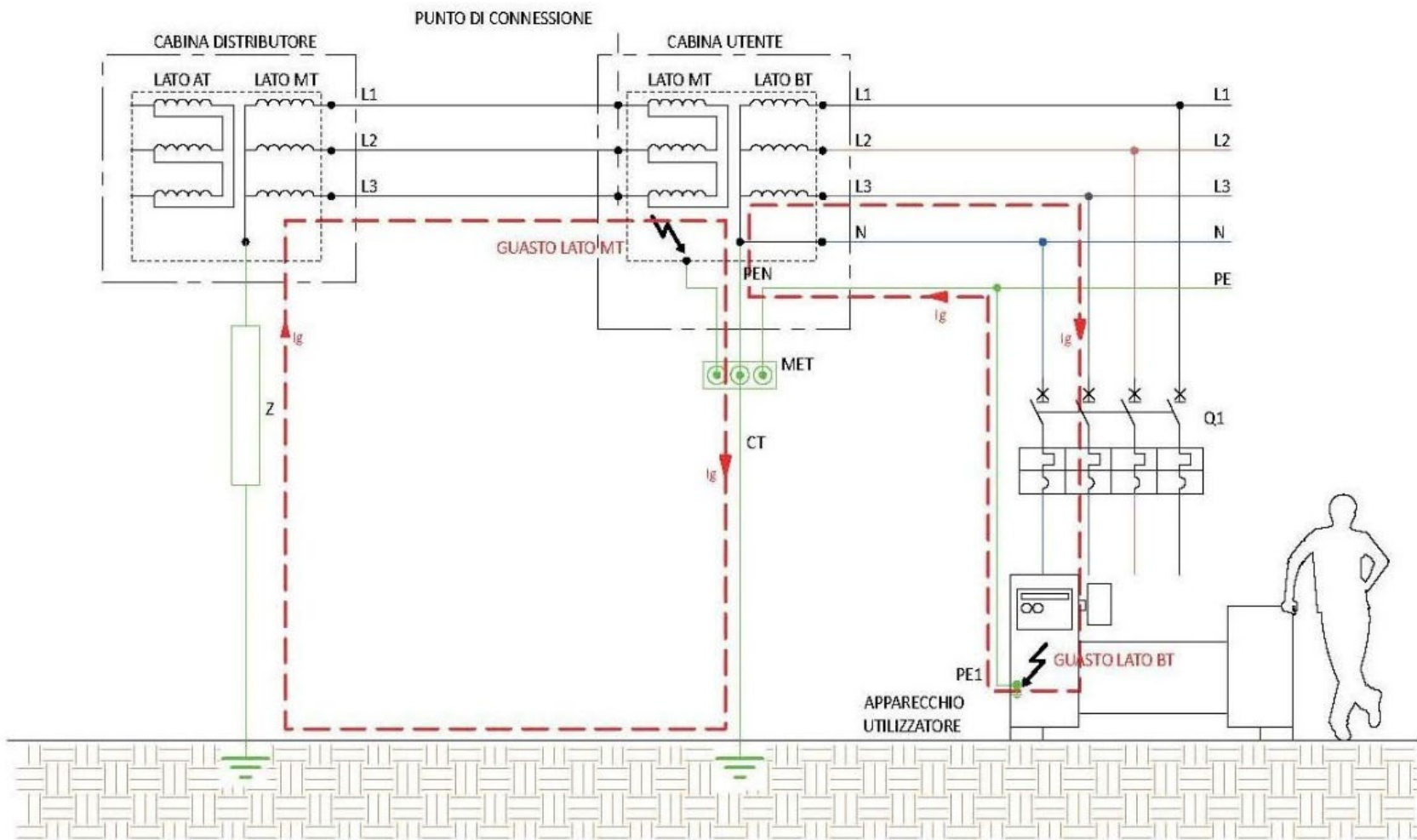
dove:

L_1 = lunghezza delle linee aeree alimentate dalle sbarre in km

L_2 = lunghezza delle linee in cavo alimentate dalle sbarre in km

U = tensione concatenata del sistema elettrico in kV

Nota: la Norma CEI 0-16 impone di fornire all'utente il valore di I_F



Percorso della corrente di guasto in un sistema TN (esempio con lato MT a neutro compensato)

Modo di collegamento TN: guasto sul lato MT

Art. 2.4.2. b): in questo caso il dispersore è direttamente interessato nella chiusura del circuito di guasto.

Tale guasto genera tensioni di contatto che possono essere pericolose.

La tensione di contatto (che si può trasferire sulle masse e sulle masse estranee) dipende dalla resistenza di terra e dalla corrente di terra sul lato media tensione. Il valore della corrente di terra e il tempo di intervento dei relativi dispositivi di protezione sono parametri che dipendono dalle caratteristiche del sistema di alimentazione in media tensione del Distributore.

Per quanto riguarda la limitazione delle tensioni di contatto, il dispersore, oltre a garantire una bassa resistenza, deve soprattutto avere una geometria tale da assicurare l'equipotenzialità fra masse, masse estranee e terreno circostante, soprattutto in corrispondenza dei punti periferici dell'impianto.

Modo di collegamento TN: guasto sul lato MT

L'impianto di terra del distributore e l'impianto di terra dell'utente devono essere interconnessi e realizzati in ottemperanza alle indicazioni della Norma CEI 0-16 punti 7.5.5 e 8.5.5 e con almeno un dispersore semplice come previsto dall'allegato B della Guida CEI-99-5.

Le principali finalità dell'impianto di terra sono:

- vincolare, mediante collegamento diretto o tramite impedenza, il potenziale di determinati punti (in generale il centro stella, naturale o artificiale) dei sistemi elettrici esistenti nell'area dell'impianto considerato;
- avere sufficiente resistenza meccanica e alla corrosione;
- essere capace di sopportare le sollecitazioni termiche, in relazione alle correnti di guasto ed ai tempi di durata del guasto (CEI EN 50522 – articolo 5.3 – vedere anche Tabella 1), con le sezioni minime dei conduttori di terra indicate nella Norma CEI EN 50522 – Allegato D;
- L'impianto di terra, in combinazione con appropriati provvedimenti, deve mantenere la tensione di contatto e trasferite entro i limiti di tensione basati sul tempo di intervento t_F .

Modo di collegamento TN: guasto sul lato MT

La condizione di sicurezza da rispettare è data dalla relazione

$$U_E = R_E \cdot I_F \leq U_{Tp}$$

dove:

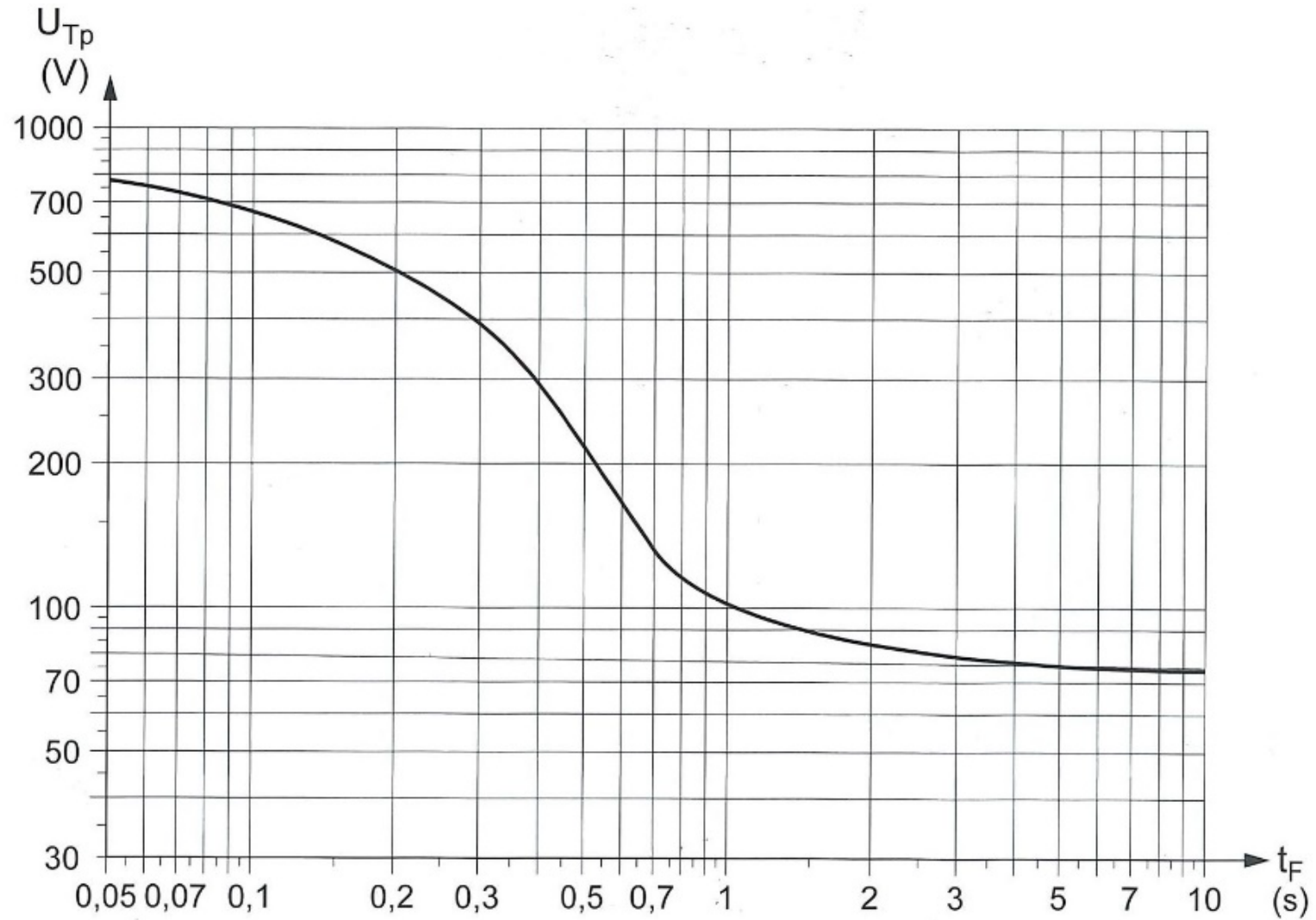
U_E = tensione totale di terra in volt (V) – nella Norma CEI EN 50522 è denominata EPR (Earth Potential Rise)

R_E = resistenza (impedenza) di terra in ohm (Ω)

I_F = corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto (punto di guasto a terra)

U_{Tp} = tensione di contatto ammissibile

Valori delle tensioni di contatto ammissibili U_{Tp} per correnti di breve durata



Soluzioni impiantistiche

Le modalità di gestione più comuni in relazione alla disposizione dei trasformatori di alimentazione per una cabina alimentata da una sola linea di media tensione sono le seguenti:

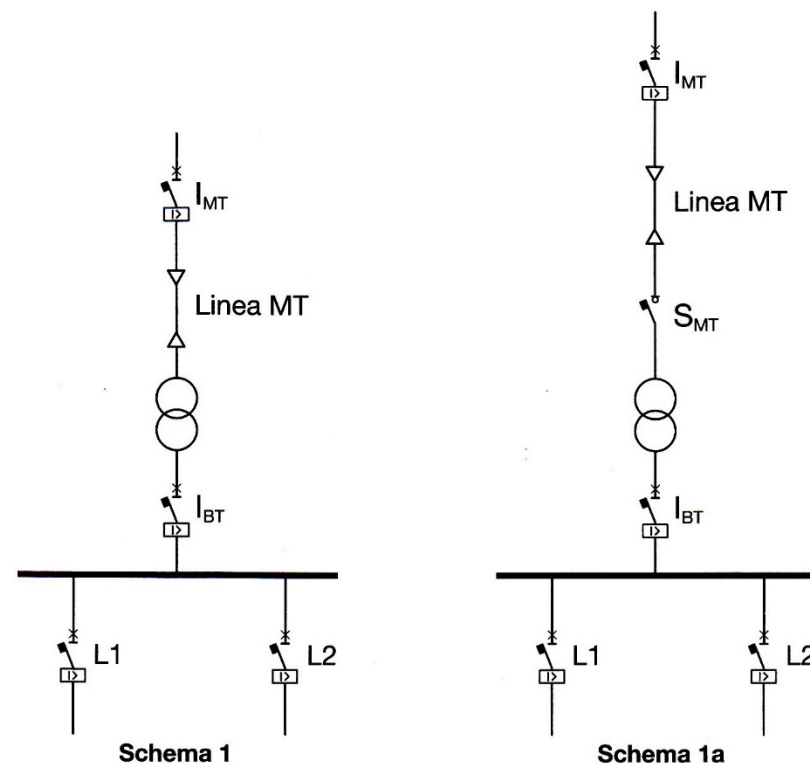
- cabina con un solo trasformatore;
- cabina con due trasformatori di cui uno di riserva all'altro;
- cabina con due trasformatori che funzionano in parallelo sulla stessa sbarra;
- cabina con due trasformatori che funzionano contemporaneamente su due distinte semisbarre.

Cabina con un solo trasformatore

Nel caso in cui l'impianto preveda l'installazione del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti " I_{MT} " all'origine della linea che alimenta la cabina come da schema 1, tale dispositivo deve assicurare sia la protezione della linea MT che del trasformatore.

Nel caso in cui il dispositivo di protezione svolga anche funzioni di manovra e sezionamento, occorre predisporre un interblocco che consenta l'accesso al trasformatore solo quando è effettuato il sezionamento della linea di alimentazione della cabina.

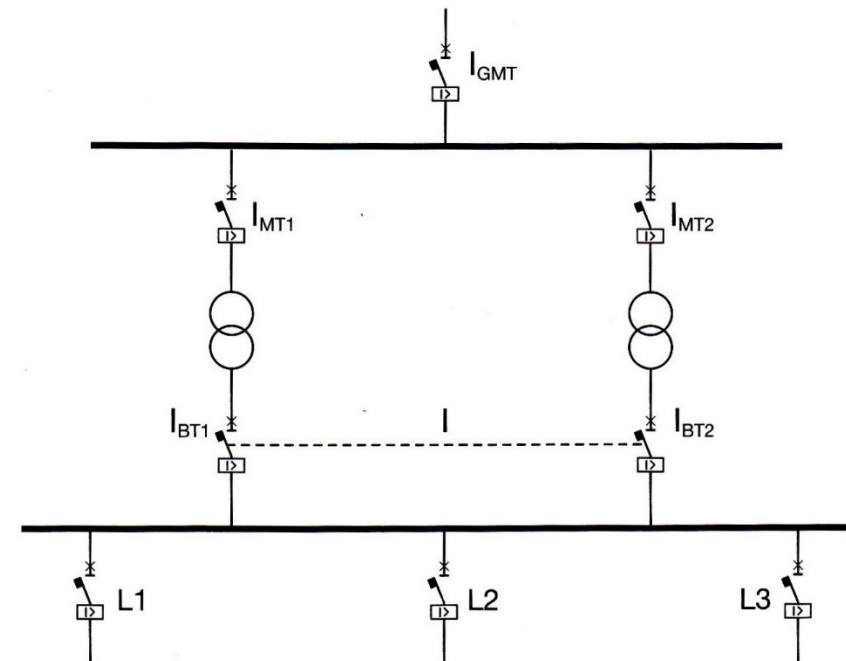
Un'altra modalità di gestione è rappresentata nello schema 1a che prevede l'installazione del dispositivo di manovra e sezionamento " S_{MT} " posizionato subito a monte del trasformatore e distinto dal dispositivo di protezione che rimane installato a inizio linea.



Cabina con due trasformatori di cui uno di riserva all'altro

Nel caso in cui l'impianto prevede l'installazione di un trasformatore considerato di riserva, gli interruttori sul lato BT devono essere collegati con un interblocco "I" la cui funzione è quella di impedire il funzionamento in parallelo dei trasformatori.

Oltre al dispositivo di manovra e sezionamento sull'arrivo linea MT (I_{GMT}) è conveniente prevedere un'apparecchiatura di manovra, sezionamento e protezione anche sui singoli montanti MT dei due trasformatori (I_{MT1} e I_{MT2}). In questo modo con l'apertura del dispositivo di monte e di valle di un trasformatore è possibile garantire il sezionamento e accedere alla macchina senza mettere fuori servizio tutta la cabina.

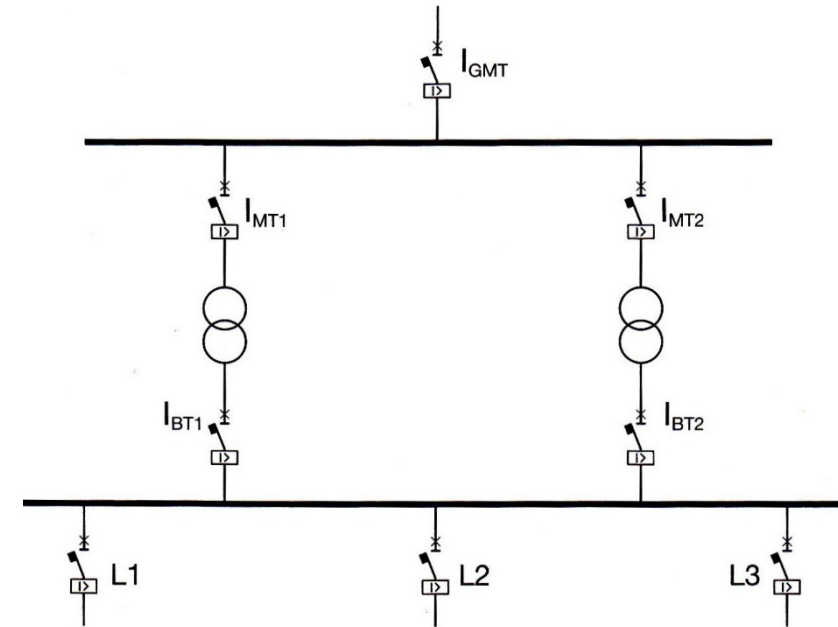


Schema 2

Cabina con due trasformatori che funzionano in parallelo sulla stessa sbarra

Nel caso in cui l'impianto preveda l'installazione di due trasformatori funzionanti in parallelo, a parità di potenza complessiva richiesta dall'impianto, è possibile utilizzare due trasformatori con potenza nominale inferiore. Rispetto alla modalità di gestione descritta nei due casi precedenti, potrebbero generarsi correnti di cortocircuito più elevate per guasto sul sistema di bassa tensione a causa della riduzione della $v_{k\%}$ possibile per le macchine di potenza inferiore.

Il funzionamento in parallelo dei trasformatori potrebbe generare maggiori problematiche nella gestione della rete. Comunque, anche in questo caso, il fuori servizio di una macchina potrebbe richiedere una certa flessibilità nella gestione carichi, assicurando l'alimentazione di quelli considerati prioritari. Nel coordinamento delle protezioni si deve considerare che la sovracorrente sul lato BT si ripartisce tra i due trasformatori.

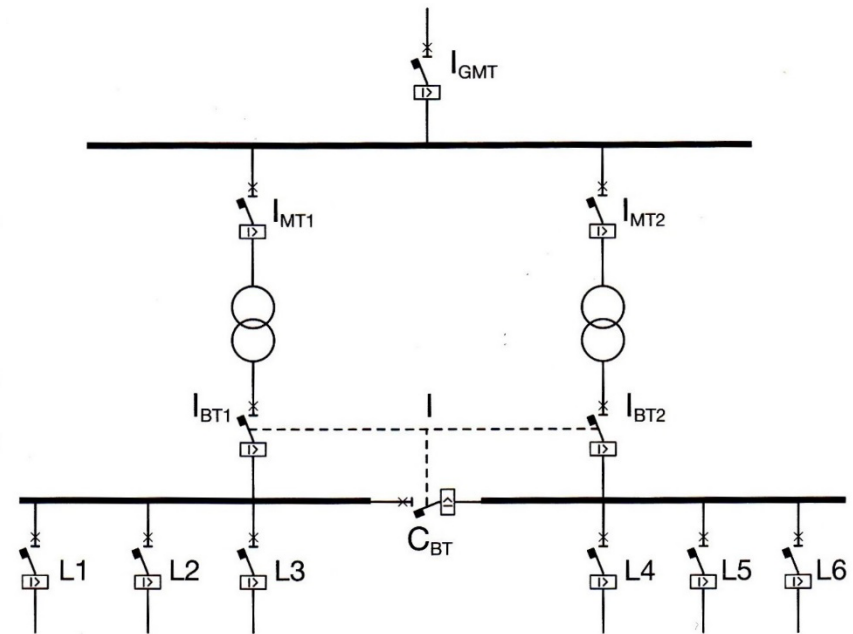


Schema 3

Cabina con due trasformatori che funzionano contemporaneamente su due distinte semisbarre

A partire dalla modalità di gestione precedente, predisponendo un congiuntore di sbarra " C_{BT} " e un interblocco "I" che impedisca al congiuntore di essere chiuso quando entrambi gli interruttori di arrivo dal trasformatore sono chiusi, si realizza una cabina gestita come da schema 4 che prevede due trasformatori che alimentano singolarmente le sbarre di bassa tensione che risultano separate.

Questa modalità di gestione, a parità di potenza dei trasformatori installati, permette di avere un valore inferiore della corrente di cortocircuito sulla sbarra. In altre parole, ogni trasformatore stabilisce il livello di cortocircuito per la sbarra di propria competenza senza dover considerare il contributo di altre macchine. Anche in questo caso con un trasformatore fuori servizio, con l'eventuale chiusura del congiuntore si passa ad un sistema con sbarra unica alimentata dal solo trasformatore sano, e deve essere prevista una logica di gestione carichi con il distacco di quelli non prioritari.



Schema 4

PARTE 2

MANUTENZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE

L'etimologia della parola "manutenzione" ha origine dal latino MANUTENTIÓNEM, MÁNUS e TENTIÓNEM, vocaboli che nella loro specifica accezione significano "tenere con mano", o più specificatamente "conservare" una cosa in modo che duri a lungo, rimanga in essere, in efficienza.



Norma CEI 78-17

Norma CEI 78-17 (luglio 2015)

Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI 78-17

Data Pubblicazione

2015-07

Titolo

Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali

Title

Maintenance of the electric substations MV/MV and MV/LV of the final costumers/users

Sommario

La presente Norma è la revisione della precedente edizione denominata CEI 0-15:2006-04. La nuova edizione riguarda oltre che le cabine elettriche MT/BT anche le cabine MT/MT dei clienti/utenti finali. La nuova edizione della Norma, essendo strettamente correlata alla Norma CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici", fa parte integrante del corpo delle norme di pertinenza del Comitato Tecnico 78 che ha provveduto alla preparazione della succitata CEI 11-27.

La presente Norma si applica a tutti gli impianti elettrici riguardanti le cabine elettriche MT/MT e MT/BT, siano essi dedicati alla produzione di energia elettrica sia di tipo esclusivamente passivo. Essa, inoltre, riguarda anche gli impianti di produzione di energia elettrica in Bassa Tensione facenti parte di utenze connesse alla rete di Media Tensione.

Lo scopo della presente Norma è quello di proporre un metodo manutentivo basato sull'individuazione di tutti i componenti da mantenere che permettono, ai circuiti elettrici aventi una specifica funzione, di svolgere il loro compito in modo sicuro durante la loro durata di vita.

La nuova edizione, inoltre, presenta una successione di schede di manutenzione organizzate sul metodo proposto ed applicato a una ipotetica cabina in modo da rappresentare la maggior parte dei componenti che figurano negli impianti elettrici reali, fissandone gli interventi e i relativi esiti nonché le periodicità manutentive.



© CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO - Milano 2015. Riproduzione vietata

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente Documento può essere riprodotta, messa in rete o diffusa con un mezzo qualsiasi senza il consenso scritto del CEI. Concessione per utente singolo. Le Norme CEI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di varianti. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o variante.

Copia concessa a GAMBÀ MASSIMO PANTALEO in data 04/09/2015 da CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano

Copia concessa a GAMBÀ MASSIMO PANTALEO in data 04/09/2015 da CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano

Norma CEI 78-17

■ 3.3 Manutentore

- Persona fisica o giuridica che ha la responsabilità complessiva della manutenzione; in particolare degli aspetti di sicurezza, tecnici e gestionali/amministrativi. Il manutentore può eseguire o fare eseguire, dal proprio personale o da terzi, operazioni manutentive manuali e/o strumentali sugli impianti di cabine MT/MT e/o MT/BT.

■ 3.12 Addetti alla manutenzione

- Persone alle dipendenze (o incaricate) del (dal) manutentore che eseguono le operazioni manutentive, manuali e/o strumentali, degli impianti di cabine MT/MT e/o MT/BT.

Norma CEI 78-17

- **3.4 Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico (Responsabile dell'impianto - RI)**
- Persona responsabile, durante l'attività di manutenzione, della sicurezza dell'impianto elettrico.

- **3.5 Persona preposta alla conduzione dell'attività manutentiva (PL)**
- Persona designata alla responsabilità della conduzione operativa dell'attività manutentiva sul posto di lavoro.

Norma CEI 78-17

■ 3.6 Persona esperta in ambito elettrico (PES)

- Persona con istruzione, conoscenza ed esperienza rilevanti tali da consentirle di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

■ 3.7 Persona avvertita in ambito elettrico (PAV)

- Persona adeguatamente avvisata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

■ 3.8 Persona comune (PEC)

- Persona non esperta e non avvertita in ambito elettrico.

■ 3.9 Persona idonea

- Persona esperta o avvertita che è autorizzata ad eseguire manutenzioni sotto tensione in BT.

Norma CEI 78-17

- **5 Profilo professionale del manutentore e degli addetti alla manutenzione**

- Per quanto attiene alla sicurezza, alle conoscenze tecniche, agli aggiornamenti tecnici ed alla formazione pertinenti ai lavori di manutenzione nelle cabine MT/MT e/o MT/BT, si deve far riferimento a quanto definito e precisato nelle Norme CEI 11-15 e/o CEI 11-27. In particolare:
 - ◆ Il manutentore deve essere una Persona Esperta in ambito elettrico (PES) e deve possedere, in ogni caso e come minimo, tutti i requisiti previsti per il Preposto ai Lavori (PL);

Norma CEI 78-17

- ◆ Gli addetti alla manutenzione che eseguono lavori di natura elettrica (fuori tensione o in prossimità) devono possedere i requisiti previsti per le Persone Esperte (PES) o per le Persone Avvertite (PAV);
- ◆ Gli addetti alla manutenzione che eseguono lavori di natura non elettrica o su impianti elettrici fuori tensione e in sicurezza possono essere Persone Comuni (PEC).
- ◆ Si ricorda che le Persone Comuni (PEC) possono operare nella zona di prossimità di impianti elettrici a condizione che siano assoggettati alla supervisione di PES o alla sorveglianza di PES o PAV come definito nella Norma CEI 11-27;

Norma CEI 78-17

■6 Documentazione per gli interventi manutentivi

■6.1 Generalità

- La documentazione relativa a tutti gli specifici interventi di manutenzione può consistere, ad esempio, nella predisposizione di un “fascicolo di manutenzione” comprendente gli schemi elettrici degli impianti oggetto della manutenzione e di una raccolta di schede tecniche come specificato nel seguito.

Norma CEI 78-17

■6.1.1 Predisposizione delle schede di manutenzione

- Le schede di manutenzione, destinate alla formazione del fascicolo di manutenzione, devono essere predisposte a cura dell'unità o della persona che ha la titolarità dell'impianto elettrico da mantenere.
- In primo luogo, per la predisposizione delle schede, si deve far riferimento ai manuali tecnici e/o schede di manutenzione dei costruttori con cui questi ultimi accompagnano la fornitura di apparecchiature, componenti e servizi.

Norma CEI 78-17

■ Le schede devono contenere solo gli elementi da mantenere realmente installati nell'impianto e, comunque, almeno i seguenti dati:

- a) identificativo della cabina MT/MT e/o MT/BT cui si riferisce la scheda;
- b) codifica o n° progressivo della scheda;
- c) denominazione del circuito funzionale e/o dell'elemento(i) da esaminare ai fini della manutenzione;

Norma CEI 78-17

- d) verifiche/interventi: descrizione sintetica delle verifiche o degli interventi da eseguire sul(i) componente (i);
- e) periodicità massima: intervallo temporale massimo tra un intervento manutentivo e il successivo;
- f) provvedimento(i) assunto(i): interventi particolari che l'addetto alla manutenzione (o il manutentore), ha effettuato o non ha potuto effettuare per mancanza di attrezzature/materiali o per impossibilità tecniche;
- g) sigla dell'addetto alla manutenzione;

Norma CEI 78-17

- h) data di esecuzione dell'intervento manutentivo;
- i) esito dell'intervento;
- j) firme dei manutentori;
- k) Note, se necessario.

■ L'Allegato A riporta in particolare, le modalità di formazione del pacchetto di schede manutentive e come sono organizzate per consentire una valutazione complessiva e anche particolare dello stato manutentivo dell'impianto considerato.

Norma CEI 78-17 Allegato B esempio di schede manutentive

- Identificativo CABINA MT/MT o MT/BT XXXX - SCHEDA RIASSUNTIVA DEGLI ESITI DELLA MANUTENZIONE DELL'INTERO IMPIANTO																		
Elementi strutturali di sicurezza, sistemi di illuminazione/segnalazione, barriere e dispositivi atti ai lavori in sicurezza della manutenzione in cabina																		
NB: Consultare le schede dei costruttori, se esistenti o reperibili - Gli interventi si eseguono a seguito di esame visivo e/o strumentale		Periodo Max	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	NOTE
1	Controllo efficienza serrature, chiavi, lucchetti, dispositivi di apertura porte di ingresso	1 anno																
2	Controllo efficienza impianto di illuminazione ordinaria, funzionalità pulsante di sgancio	1																
3	Controllo efficacia sistemi di compartimentazione dei locali interni cabina	5																
4	Controllo larghezza passaggi tra le apparecchiature, vie di fuga e di soccorso	1 anno																
5	Controllo uscite di emergenza e funzionamento maniglioni antipanico	1																
6	Controllo visibilità segnaletica di esodo cabina, indicazione dei luoghi di soccorso più vicini	1 anno																
7	Controllo efficacia misure di protezione contro i contatti diretti	1 anno																
8	Dispositivi protezione contro avvicinamento parti attive, distanze, barriere, schermi, ecc.	2																
9	Dispositivi protezione tramite apparecchiature con involucro metallico	2																
10	Controllo collegamento conduttori di protezione al collettore generale di cabina	2																
11	Controllo sistema illuminazione emergenza e sicurezza tramite scarica e ricarica accumulatori	1 anno																
12	Controllo efficienza sistema alimentazione di soccorso UPS, tramite scarica e ricarica accumulatori	1 anno																
13	Controllo disponibilità DPI, stato di conservazione, efficienza e custodia	1 anno																
14	Controllo carica degli estintori e data di scadenza	1 anno																
15	Messa in sicurezza dell'impianto per procedere agli interventi di manutenzione	1 anno																
16	UPS Servizi aux: Verifiche/interventi - Pulizia esterna, verifica funzionamento	1 anno																
17	Schemi dell'impianto elettrico cabina - Verifiche/interventi: intelleggibilità	1 anno																
Esito complessivo degli interventi periodici																		
<p>Nelle colonne "Esito" scrivere "P" se l'intervento manutentivo è positivo - oppure - "PI" se il controllo è positivo previo intervento - oppure - "NA" quando l'intervento viene rimandato a sessioni successive - oppure - "NP" se il componente non è presente - oppure - "VN" acronimo di VEDERE NOTA (da riportare nella colonna NOTE a fianco) - oppure - "B" se gli interventi saranno eseguiti da costruttore/centro assistenza - oppure - "C" se le necessarie sostituzioni parziali o totali saranno eseguite dal costruttore/centro assistenza secondo indicazioni da riportare nella colonna delle NOTE a fianco. Nella colonna "Sigla" apporre sigla identificativa dell'addetto alla manutenzione e nella colonna "Data" scrivere la data di esecuzione dell'intervento.</p>															Firme dei Manutentori			
															1			
															2			
															3			
															4			
															5			

Norma CEI 78-17 Allegato B esempio di schede manutentive

- Identificativo CABINA MT/MT o MT/BT XXXX - QMT-A/CFE1-MT - SCHEDA N. 1 -																		
Interruttore in SF6 per la Protezione Generale dell'impianto (PG)																		
NB: Consultare le schede dei costruttori, se esistenti o reperibili - Gli interventi si eseguono a seguito di esame visivo e/o strumentale		Periodo Max	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	NOTE
1	PGISF6 - Controllo generale e installazione	1 anno																
2	PGISF6 - Controllo integrità parti isolanti e pulizia	1 anno																
3	PGISF6 - Controllo e pulizia contatti principali di innesto e connessione	1 anno																
4	PGISF6 - Verifica funzionamento elettrico	1 anno																
5	PGISF6 - Verifica tensioni ausiliarie	1 anno																
6	PGISF6 - Controllo pressione gas nei poli ed eventuale rabbocco	1 anno																
7	PGISF6 - Esecuzione ciclo di manovra O-OO	1 anno																
8	PGISF6 - Controllo inserzione - prova - estratto	1 anno																
9	PGISF6 - Sostituzione componenti di usura del comando meccanico	5 anni																
10	PGISF6 - Regolazione del meccanismo di comando	5 anni																
11	PGISF6 - Rilievo tempi di apertura e chiusura e confronto con dati nominali	2 anni																
12	PGISF6 - Controllo usura contatti d'arco, se possibile	5 anni																
13	PGISF6 - Verifica funzionalità relè di protezione integrato con apparecchiatura di test	2 anni																
14	PGISF6 - Pulizia e lubrificazione meccanismi di comando	2 anni																
15	PGISF6 - Sostituzione del comando meccanico solo al raggiungimento del limite delle manovre previste dal costruttore																	
16	PGISF6 - Sostituzione dei poli solo al raggiungimento del limite delle interruzioni in corrente previste dal costruttore																	
17																		
Esito complessivo degli interventi periodici																		
<p>Nelle colonne "Esito" scrivere "P" se l'intervento manutentivo è positivo - oppure - "PI" se il controllo è positivo previo intervento - oppure - "NA" quando l'intervento viene rimandato a sessioni successive - oppure - "NP" se il componente non è presente - oppure - "VN" acronimo di VEDERE NOTA (da riportare nella colonna NOTE a fianco) - oppure - "B" se gli interventi saranno eseguiti da costruttore/centro assistenza - oppure - "C" se le necessarie sostituzioni parziali o totali saranno eseguite dal costruttore/centro assistenza secondo indicazioni da riportare nella colonna delle NOTE a fianco. Nella colonna "Sigla" apporre sigla identificativa dell'addetto alla manutenzione e nella colonna "Data" scrivere la data di esecuzione dell'intervento.</p>																Firme dei Manutentori		
																1		
																2		
																3		
																4		
																5		

Norma CEI 78-17 Allegato B esempio di schede manutentive

- Identificativo CABINA MT/BT XXXX - QMT-A/CFE3-MT - SCHEDA N. 15 -																		
Trasformatore a secco BT/MT dedicato alla generazione FV (TRFV - SE)																		
NB: Consultare le schede dei costruttori, se esistenti o reperibili - Gli interventi si eseguono a seguito di esame visivo e/o strumentale		Periodo Max	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	NOTE
1	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo dati di targa	1 anno																
2	TRFV - SE - Verifiche/interventi: pulizia generale da polvere e sporczia	1 anno																
3	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo presenza ostruzioni nei canali di raffreddamento	1 anno																
4	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo serraggio bulloneria di fissaggio a pavimento	1 anno																
5	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo serraggio bulloneria terminali MT/BT	1 anno																
6	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo funzionamento eventuali ventilatori e centralina comandi	1 anno																
7	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo collegamenti sonde di temperatura	1 anno																
8	TRFV - SE - Verifiche/interventi: controllo stato dei dispositivi meccanici per movimentazione TR	5 anni																
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
Esito complessivo degli interventi periodici																		
<p>Nelle colonne "Esito" scrivere "P" se l'intervento manutentivo è positivo - oppure - "PI" se il controllo è positivo previo intervento - oppure - "NA" quando l'intervento viene rimandato a sessioni successive - oppure - "NP" se il componente non è presente - oppure - "VN" acronimo di VEDERE NOTA (da riportare nella colonna NOTE a fianco) - oppure - "B" se gli interventi saranno eseguiti da costruttore/centro assistenza - oppure - "C" se le necessarie sostituzioni parziali o totali saranno eseguite dal costruttore/centro assistenza secondo indicazioni da riportare nella colonna delle NOTE a fianco. Nella colonna "Sigla" apporre sigla identificativa dell'addetto alla manutenzione e nella colonna "Data" scrivere la data di esecuzione dell'intervento.</p>															Firme dei Manutentori			
															1			
															2			
															3			
															4			
															5			

Norma CEI 78-17 Allegato B esempio di schede manutentive

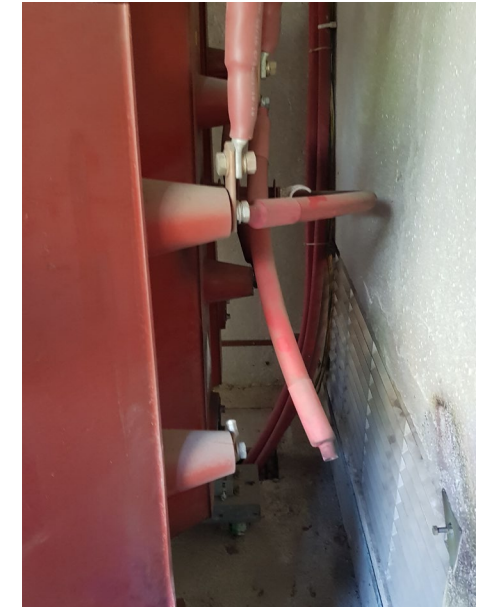
- Identificativo CABINA MT/BT XXXXX - QBT-A/CFE2-BT - SCHEDA N. 22 - Interruttori scatolati utilizzati come DDG dei convertitori CC/CA, se del caso (DDGFV)																	
NB: Consultare le schede dei costruttori, se esistenti o reperibili - Gli interventi si eseguono a seguito di esame visivo e/o strumentale	Periodo Max	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	Esito	Sigla	Data	NOTE
1	DDGFV Verifiche/interventi: controllo generale e installazione	1 anno															
2	DDGFV - Verifiche/interventi: controllo integrità dell'interruttore	1 anno															
3	DDGFV - Verifiche/interventi: pulizia generale	1 anno															
4	DDGFV - Verifiche/interventi: verifica serraggio collegamenti in ingresso/uscita	1 anno															
5	DDGFV - Verifiche/interventi: verifica ausiliari elettrici	1 anno															
6	DDGFV - Verifiche/interventi: Verifica funzionamento dell'unità di controllo di protezione	1 anno															
7	DDGFV - Verifiche/interventi: Esecuzione ciclo di manovra O-CO	1 anno															
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
Esito complessivo degli interventi periodici																	
<p>Nelle colonne "Esito" scrivere "P" se l'intervento manutentivo è positivo - oppure - "PI" se il controllo è positivo previo intervento - oppure - "NA" quando l'intervento viene rimandato a sessioni successive - oppure - "NP" se il componente non è presente - oppure - "VN" acronimo di VEDERE NOTA (da riportare nella colonna NOTE a fianco) - oppure - "B" se gli interventi saranno eseguiti da costruttore/centro assistenza - oppure - "C" se le necessarie sostituzioni parziali o totali saranno eseguite dal costruttore/centro assistenza secondo indicazioni da riportare nella colonna delle NOTE a fianco. Nella colonna "Sigla" apporre sigla identificativa dell'addetto alla manutenzione e nella colonna "Data" scrivere la data di esecuzione dell'intervento.</p>															Firme dei Manutentori		
															1		
															2		
															3		
															4		
5																	

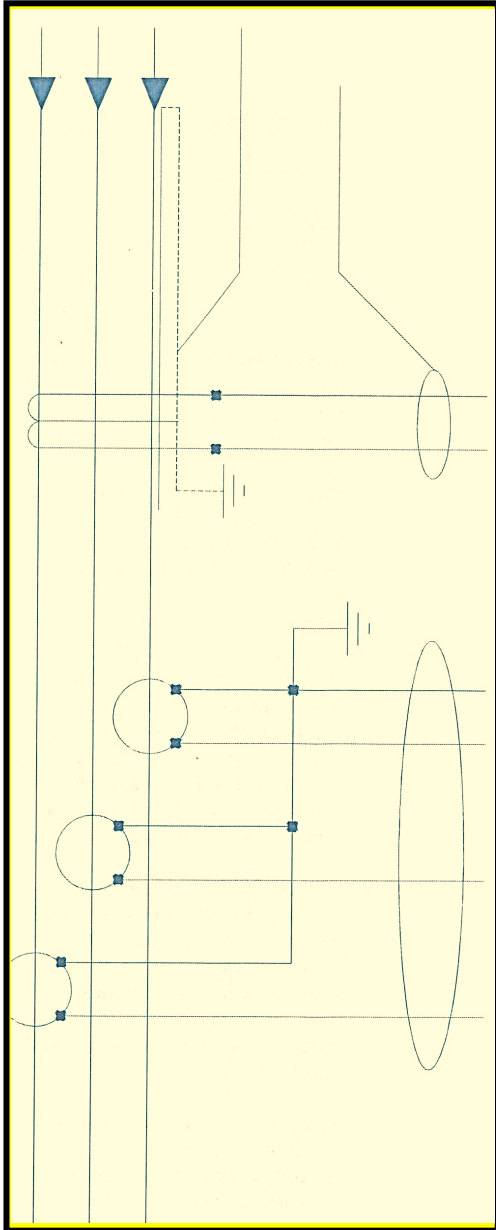
Epilogo

CASE HISTORY: infortunio mortale in cabina



CASE HISTORY: infortunio mortale in cabina





«concluderò questo capitolo di precetti raccomandando a tutti i giovani elettricisti di essere estremamente cauti. Una forte scossa potrebbe compromettere le loro facoltà mentali in modo tale che non sarebbero mai più come prima».

Joseph Priestley (1733 - 1804)

«Familiar introduction to the study of electricity» (1768).

FINE