



REGIONE CAMPANIA

REGIONE CAMPANIA

PROVINCIA di CASERTA
COMUNE di PIGNATARO MAGGIORE

Piattaforma polifunzionale
per la gestione dei rifiuti pericolosi e non
sita nell'Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)
Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del DLGS 152/2006 e s.m.i.



F.lli Gentile F & R S.r.l.

Sede legale:

via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026 Casoria (NA)

Nuova sede Operativa:

Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)

tel/fax: 081-7584622 mobile: 348-6536295

web: www.fratelligentile.it P.Iva: 01356301216

IL RICHIEDENTE

F.lli Gentile F & R S.r.l.
Via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026
Casoria (CE)
tel/fax: 081-7584622
web: www.fratelligentile.it
P.Iva: 01356301216

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Iorio Raffaele
mobile: 347-6524334
e-mail: r.iorio@ingiorio.it



XA S.n.c. di Vigilante Simona & C.

Strada Gagliano, 70 65013 Città Sant'Angelo (PE)

P.Iva 02006890681

mobile (+39) 339.3255861 - (+39) 329.7609789

e-mail: info@xasnc.it url: www.xasnc.it



FORMA S.r.l.

Vico Santa Caterina, 6 65013 Città Sant'Angelo (PE)

P.Iva 02022390682 tel./fax (+39) 085.9153461

e-mail: info@studioforma.it url: www.studioforma.it

Riferimento
commessa:

Nome cliente:

F.lli Gentile F & R S.r.l.

Località:

Pignataro Maggiore (CE)

Progetto generale:

Piattaforma polifunzionale

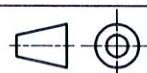
Informazione
elaborato:

Progetto impianto elettrico - Relazione tecnica

Disegni di riferimento N°:

Scala disegno:

1:1



Redatto:

28/06/2017

FORMA S.r.l.

Approvato:

28/06/2017

XA S.n.c.

Disegno num.:

16.111.04V.0061

Rev.

Pagina

Ultima rev.:

E' vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico

SOMMARIO

1	Premessa	3
2	Dati tecnici di progetto	4
2.1	Riferimenti legislativi e normativi	4
2.2	Condizioni di fornitura	5
3	Calcolo delle correnti di impiego	6
4	Dimensionamento dei cavi	7
4.1	Integrale di Joule	8
4.2	Dimensionamento dei conduttori di neutro	9
4.3	Dimensionamento dei conduttori di protezione	10
4.4	Calcolo della temperatura dei cavi	10
4.5	Cadute di tensione	11
5	Fornitura della rete	12
5.1	Bassa tensione	12
5.2	Calcolo dei guasti	13
5.2.1	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito	14
5.2.2	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito	16
5.2.3	Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra	17
6	Scelta delle protezioni	18
6.1	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	18
6.2	Verifica di selettività	19
7	Prescrizioni generali	20

Allegati:

Allegato 1 calcoli di progetto;

Altre apparecchiature in bassa tensione:

CEI 23-3	Interruttori automatici e sovracorrente per usi domestici e similari
CEI 23-5	Prese a spina per usi domestici e similari
CEI 23-8	Tubi protettivi in PVC e loro accessori
CEI 23-9	Apparecchi di comando non automatici (interruttori) fissi
CEI 23-12	Prese a spina per usi industriali
CEI 23-14	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori
CEI 23-16	Prese a spira di tipi complementari per usi domestici e similari
CEI 23-18	Interruttori differenziali per usi domestici e similari
CEI 23-19	Canali portacavi in materiale plastico e accessori ad uso battiscopa
CEI 23-28	Tubi per le installazioni elettriche. Tubi metallici
CEI 23-31	Sistemi di canali metallici ad uso portacavi e portapparecchi
CEI 23-32	Sistemi di canali in materiale plastico isolante per soffitto e parete

Fusibili:

CEI 32-1	Fusibili a tensione inferiore a 1000 V. Prescrizioni generali
CEI 32-4	Fusibili a tensione inferiore a 1000 V. Prescrizioni supplementari

Apparecchiature di illuminazione:

CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Apparecchi di emergenza

Impianti di terra:

CEI 64-8/5;V2	Impianti elettrici utilizzatori per tensioni non superiori a 1000 V
CEI EN 61936-1:	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

Circolari, raccomandazioni, ecc.

Raccomandazioni USSL e ISPESL;

Norme e prescrizioni delle Società erogatrici dei servizi elettrico e telefonico;

Norme e prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente;

Tabelle di unificazione UNI - CEI - UNEL;

Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio;

Ogni altra prescrizione, regolamentazione o raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti;

2.2 Condizioni di fornitura

Le caratteristiche generali della rete di alimentazione e di distribuzione interna sono le seguenti:

Potenza assorbita

Potenza assorbita totale.....596,8 kW

Distribuzione interna

tensione nominale:.....400/230 V

frequenza nominale:50 Hz

caduta di tensione ammissibile:.....≤4%

4.3 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

4.4 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

4.5 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\sum_{i=1}^k \dot{Z}_{f_i} \cdot \dot{I}_{f_i} - \dot{Z}_{n_i} \cdot \dot{I}_{n_i} \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della

presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

5 Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI 11-25.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

5.1 Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato alla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos\phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos \phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos \phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos \phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos \phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos \phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos \phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos \phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos \phi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \phi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \phi_{cc})^2} - 1}$$

5.2 Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);

- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

5.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo è condotto nelle seguenti condizioni:

- a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- b) impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cavoPE} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE} \\ X_{0cavoPE} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

dove le resistenze $R_{dcavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$

$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = X_{dsbarra} + 3 \cdot (X_{anello_guasto} - X_{dsbarra})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$

$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$

$$R_{0Neutro} = R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro}$$

$$X_{0Neutro} = X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro}$$

$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$

$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra* a *cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutro \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1 \text{Neutro} \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{Neutro} \min}}$$

$$I_{k1 \text{PE} \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{PE} \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1 \text{Neutro}} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1 \text{Neutro} \max}$$

$$I_{p1 \text{PE}} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1 \text{PE} \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

5.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11.25 par 2.5 per quanto riguarda:

- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11-25);
- in media e alta tensione il fattore è pari a 1;
- guasti permanenti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto permanente.

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200

G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$

$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$

$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$

$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

5.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}$$

6 Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

6.1 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e la I_z dello

stesso.

- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

6.2 Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente Ia di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Identificazione

Sigla utenza:	-FM1
Denominazione 1:	Quadro elettrico impianto
Denominazione 2:	di triturazione
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	142 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	142 kW	Pot. trasferita a monte:	177,5 kVA
Potenza reattiva:	106,5 KVAR	Potenza totale:	194 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,2 A	Potenza disponibile:	16,5 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)+1x120+1G70		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG7R 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	K ² S ² conduttore fase:	1,178E+09 A²s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	2,945E+08 A²s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	1,518E+08 A²s
Lunghezza linea:	90 m	Caduta di tens. parziale a Ib:	1,28 %
Corrente ammissibile Iz:	317,6 A	Caduta di tens. totale a Ib:	1,28 %
Corrente ammissibile neutro:	214,4 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	0,8 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	65,6 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	74,4 °C
Coefficiente totale:	0,8	Coordinamento Ib<In<Iz:	256,2 <= 280 <= 317,6 A

Condizioni di guasto (CENELEC)

Ikm max a monte:	30 kA	Ik1ftmax:	5,23 kA
Ikv max a valle:	13,3 kA	Ip1ft:	18,3 kA (Lim.)
I magnetica massima:	4224 A	Ik1ftmin:	4,22 kA
Ik max:	13,3 kA	Ik1fnmax:	6,31 kA
Ip:	24,2 kA (Lim.)	Ip1fn:	18,3 kA (Lim.)
Ik min:	11,7 kA	Ik1fnmin:	5,29 kA
Ik2ftmax:	12,3 kA	Zk min:	17,4 mohm
Ip2ft:	22,7 kA (Lim.)	Zk max:	18,7 mohm
Ik2ftmin:	10,7 kA	Zk1ftmin:	44,2 mohm
Ik2max:	11,5 kA	Zk1ftmax:	51,9 mohm
Ip2:	22,4 kA (Lim.)	Zk1fnmin:	36,6 mohm
Ik2min:	10,1 kA	Zk1fnmx:	41,5 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC Spa		
Sigla protezione:	COMPACT NSX400F + MLOGIC 2.3 NSX (LSOI) 400A + VIGI MB NSX (440V)		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	400 A	Taratura magnetica neutro:	1400 A
Numero poli:	4	Taratura differenziale:	0,3 A
Taratura termica:	280 A	Potere di interruzione PdI:	36 kA
Taratura magnetica:	1400 A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 30 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	1400 < 4224 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica neutro:	280 A	Lunghezza max protetta:	293,3 m

Identificazione

Sigla utenza:	-FM2
Denominazione 1:	Quadro elettrico soil washing
Denominazione 2:	e trattamento torbida
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	178 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	178 kW	Pot. trasferita a monte:	222,5 kVA
Potenza reattiva:	133,5 kVAR	Potenza totale:	277,1 kVA
Corrente di impiego Ib:	321,2 A	Potenza disponibile:	54,6 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x150)+1x150+1G50		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG7R 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	K ² S ² conduttore fase:	1,84E+09 A²s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	4,601E+08 A²s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	7,744E+07 A²s
Lunghezza linea:	155 m	Caduta di tens. parziale a Ib:	1,85 %
Corrente ammissibile Iz:	425,6 A	Caduta di tens. totale a Ib:	1,85 %
Corrente ammissibile neutro:	243,2 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	59,9 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	81,8 °C
Coefficiente totale:	0,7	Coordinamento Ib<In<Iz:	321,2 <= 400 <= 425,6 A

Condizioni di guasto (CENELEC)

I _{km} max a monte:	30 kA	I _{k1ft} max:	2,99 kA
I _{kv} max a valle:	12,6 kA	I _{p1ft} :	18,3 kA (Lim.)
I magnetica massima:	2285 A	I _{k1ft} min:	2,29 kA
I _k max:	12,6 kA	I _{k1fn} max:	5,47 kA
I _p :	24,2 kA (Lim.)	I _{p1fn} :	18,3 kA (Lim.)
I _k min:	10,7 kA	I _{k1fn} min:	4,42 kA
I _{k2ft} max:	11,4 kA	Z _k min:	18,3 mohm
I _{p2ft} :	22,7 kA (Lim.)	Z _k max:	20,4 mohm
I _{k2ft} min:	9,64 kA	Z _{k1ft} min:	77,2 mohm
I _{k2} max:	10,9 kA	Z _{k1ft} max:	96 mohm
I _{p2} :	22,4 kA (Lim.)	Z _{k1fn} min:	42,2 mohm
I _{k2} min:	9,31 kA	Z _{k1fn} mx:	49,6 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC Spa		
Sigla protezione:	COMPACT NSX400F + MLOGIC 2.3 NSX (LSOI) 400A + VIGI MB NSX (440V)		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	400 A	Taratura magnetica neutro:	2000 A
Numero poli:	4	Taratura differenziale:	0,3 A
Taratura termica:	400 A	Potere di interruzione PdI:	36 kA
Taratura magnetica:	2000 A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 30 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	2000 < 2285 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica neutro:	400 A	Lunghezza max protetta:	256,6 m

Identificazione

Sigla utenza:	-FM3
Denominazione 1:	Quadro elettrico impianto
Denominazione 2:	inertizzazione e lavaggio
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	233 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	233 kW	Pot. trasferita a monte:	291,3 kVA
Potenza reattiva:	174,7 kVAR	Potenza totale:	346,4 kVA
Corrente di impiego Ib:	420,4 A	Potenza disponibile:	55,2 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x240)+1x240+1G70		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG7R 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	K ² S ² conduttore fase:	4,711E+09 A²s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	1,178E+09 A²s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	1,518E+08 A²s
Lunghezza linea:	195 m	Caduta di tens. parziale a Ib:	2,25 %
Corrente ammissibile Iz:	555,8 A	Caduta di tens. totale a Ib:	2,25 %
Corrente ammissibile neutro:	317,6 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	60 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	76,7 °C
Coefficiente totale:	0,7	Coordinamento Ib<In<Iz:	420,4 <= 500 <= 555,8 A

Condizioni di guasto (CENELEC)

Ikm max a monte:	30 kA	Ik1ftmax:	3,27 kA
Ikv max a valle:	12,7 kA	Ip1ft:	21,6 kA (Lim.)
I magnetica massima:	2524 A	Ik1ftmin:	2,52 kA
Ik max:	12,7 kA	Ik1fnmax:	5,89 kA
Ip:	28,2 kA (Lim.)	Ip1fn:	21,6 kA (Lim.)
Ik min:	11,1 kA	Ik1fnmin:	4,9 kA
Ik2ftmax:	11,5 kA	Zk min:	18,2 mohm
Ip2ft:	26,7 kA (Lim.)	Zk max:	19,7 mohm
Ik2ftmin:	10,1 kA	Zk1ftmin:	70,5 mohm
Ik2max:	11 kA	Zk1ftmax:	86,9 mohm
Ip2:	26,5 kA (Lim.)	Zk1fnmin:	39,2 mohm
Ik2min:	9,64 kA	Zk1fnmx:	44,7 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC Spa		
Sigla protezione:	COMPACT NSX630F + MLOGIC 2.3M NSX (LSOI) 500A + VIGI MB NSX (440V)		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	630 A	Taratura magnetica neutro:	4500 A
Numero poli:	4	Taratura differenziale:	0,3 A
Taratura termica:	500 A	Potere di interruzione PdI:	36 kA
Taratura magnetica:	4500 A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 30 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica neutro:	500 A	Lunghezza max protetta:	182,5 m

Identificazione

Sigla utenza:	-FM4
Denominazione 1:	Quadro elettrico
Denominazione 2:	disidratazione fanghi
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	105 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	105 kW	Pot. trasferita a monte:	131,3 kVA
Potenza reattiva:	78,8 kVAR	Potenza totale:	194 kVA
Corrente di impiego Ib:	189,4 A	Potenza disponibile:	62,7 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)+1x120+1G70		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG7R 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	K ² S ² conduttore fase:	1,178E+09 A²s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	2,945E+08 A²s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	1,518E+08 A²s
Lunghezza linea:	215 m	Caduta di tens. parziale a Ib:	2,16 %
Corrente ammissibile Iz:	317,6 A	Caduta di tens. totale a Ib:	2,16 %
Corrente ammissibile neutro:	214,4 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	0,8 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	44,9 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	74,4 °C
Coefficiente totale:	0,8	Coordinamento Ib<In<Iz:	189,4 <= 280 <= 317,6 A

Condizioni di guasto (CENELEC)

I _{km} max a monte:	30 kA	I _{k1ft} max:	2,54 kA
I _{kv} max a valle:	7,29 kA	I _{p1ft} :	18,3 kA (Lim.)
I magnetica massima:	1979 A	I _{k1ft} min:	1,98 kA
I _k max:	7,29 kA	I _{k1fn} max:	3,25 kA
I _p :	24,2 kA (Lim.)	I _{p1fn} :	18,3 kA (Lim.)
I _k min:	6,22 kA	I _{k1fn} min:	2,62 kA
I _{k2ft} max:	6,69 kA	Z _k min:	31,7 mohm
I _{p2ft} :	22,7 kA (Lim.)	Z _k max:	35,3 mohm
I _{k2ft} min:	5,65 kA	Z _{k1ft} min:	91,1 mohm
I _{k2} max:	6,32 kA	Z _{k1ft} max:	110,9 mohm
I _{p2} :	22,4 kA (Lim.)	Z _{k1fn} min:	71 mohm
I _{k2} min:	5,39 kA	Z _{k1fn} mx:	83,8 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC Spa		
Sigla protezione:	COMPACT NSX400F + MLOGIC 2.3 NSX (LSOI) 400A + VIGI MB NSX (440V)		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	400 A	Taratura magnetica neutro:	1400 A
Numero poli:	4	Taratura differenziale:	0,3 A
Taratura termica:	280 A	Potere di interruzione PdI:	36 kA
Taratura magnetica:	1400 A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 30 kA
Sg. magnetico < I mag. massima:	1400 < 1979 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica neutro:	280 A	Lunghezza max protetta:	293,3 m

Identificazione

Sigla utenza:	-FM5
Denominazione 1:	Quadro elettrico
Denominazione 2:	trattamento aeriformi
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	88 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	88 kW	Pot. trasferita a monte:	110 kVA
Potenza reattiva:	66 kVAR	Potenza totale:	173,2 kVA
Corrente di impiego Ib:	158,8 A	Potenza disponibile:	63,2 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)+1x120+1G70		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG7R 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	K ² S ² conduttore fase:	1,178E+09 A²s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	2,945E+08 A²s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	1,518E+08 A²s
Lunghezza linea:	230 m	Caduta di tens. parziale a Ib:	1,9 %
Corrente ammissibile Iz:	317,6 A	Caduta di tens. totale a Ib:	1,9 %
Corrente ammissibile neutro:	214,4 A	Temperatura ambiente:	20 °C
Coefficiente di prossimità:	0,8 (Numero circuiti: 2)	Temperatura cavo a Ib:	37,5 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	63,4 °C
Coefficiente totale:	0,8	Coordinamento Ib<In<Iz:	158,8 <= 250 <= 317,6 A

Condizioni di guasto (CENELEC)

Ikm max a monte:	30 kA	Ik1ftmax:	2,39 kA
Ikv max a valle:	6,92 kA	Ip1ft:	13,4 kA (Lim.)
I magnetica massima:	1859 A	Ik1ftmin:	1,86 kA
Ik max:	6,92 kA	Ik1fnmax:	3,07 kA
Ip:	16,8 kA (Lim.)	Ip1fn:	13,4 kA (Lim.)
Ik min:	5,88 kA	Ik1fnmin:	2,47 kA
Ik2ftmax:	6,34 kA	Zk min:	33,4 mohm
Ip2ft:	16,1 kA (Lim.)	Zk max:	37,3 mohm
Ik2ftmin:	5,35 kA	Zk1ftmin:	96,8 mohm
Ik2max:	5,99 kA	Zk1ftmax:	118 mohm
Ip2:	16 kA (Lim.)	Zk1fnmin:	75,2 mohm
Ik2min:	5,1 kA	Zk1fnmx:	88,9 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC Spa		
Sigla protezione:	COMPACT NSX250F + MLOGIC 5.2E NSX (LSI) 250A + VIGI MB NSX (440V)		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	250 A	Taratura magnetica neutro:	1250 A
Numero poli:	4	Taratura differenziale:	0,3 A
Taratura termica:	250 A	Potere di interruzione PdI:	36 kA
Taratura magnetica:	1250 A	Verifica potere di interruzione:	36 >= 30 kA
Sg. magnetico < 1 mag. massima:	1250 < 1859 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica neutro:	250 A	Lunghezza max protetta:	328,4 m