



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
Via Cagliari n. 170 - Oristano

**EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SEDE CENTRALE
CONSORTILE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO E RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI
CLIMATIZZAZIONE**

C.A.T. P0322

C.U.P.: G11B20000050005

C.I.G.:

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Progettista
Ing. Gabriele Gorni

Collaboratore alla progettazione
Ing. Fabrizio Musiu

Responsabile del Procedimento
Dott. Agr. Serafino Angelo Meloni

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristane
Il Presidente
Dott. Carlo Corrias

Titolo

Allegato

Relazione di calcolo impianto elettrico

C

Rev.

Data

Nome file

Redattore

Verificatore

01

13/05/2024

1546P0322rcie_rev1GG

Ing. Gorni G.

Ing. Castagna F.

•RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il software gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z\min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

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

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm^2 ;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 se il conduttore è in rame e a 25 mm^2 se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 se conduttore in rame e 25 mm^2 se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

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

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il software determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

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 mm², se in rame;
- 35 mm², se in alluminio;

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.

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:

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

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:

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

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.

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 EN 60909-0.

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

Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla 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:

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

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

Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

$$Z_{TK} = K_T \cdot Z_T$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_T}{U_{rT}^2 / S_{rT}}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e c_{max} è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione K_G tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_n}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x_d'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x_d'' = \frac{X_d''}{U_{rG}^2 / S_{rG}}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore (U_{rG}).

Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_S da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{V_n^2}{U_{rG}^2} \cdot \frac{U_{rTLV}^2}{U_{rTHV}^2} \cdot \frac{c_{max}}{1 + |x_d'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_{SO} da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = \frac{V_n}{U_{rG} \cdot (1 + p_G)} \cdot \frac{U_{rTLV}}{U_{rTHV}} \cdot (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x_d'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove:

p_T è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel software viene impostato il fattore $(1 - p_T)$, con $p_T = (|V_{02} - V_{n2}|) / V_{n2}$;

$U_{Gmax} = U_{rG} (1 + p_G)$, si considera $p_G = 0$.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Generatori sincroni

In media tensione ed in bassa tensione è possibile inserire più generatori.

I dati di targa richiesti per i generatori sono:

- potenza nominale S_{rG} (in kVA);
- tensione nominale U_{rG} (V);
- reattanza sincrona percentuale x_{Si} ;
- reattanza subtransitoria percentuale x_{d_i}'' ;
- reattanza subtransitoria in quadratura percentuale x_{q_i}'' ;
- reattanza alla sequenza omopolare percentuale x_0 .

La reattanza subtransitoria si calcola con la formula espressa in mΩ:

$$X_d'' = \frac{x_d''}{100} \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}}$$

dalla quale si ricavano le componenti alla sequenza diretta da usare nel calcolo dei guasti subtransitori:

$$\begin{aligned} R_d &= 0.05 \cdot X_d'' \\ X_d &= X_d'' \end{aligned}$$

La componente resistiva può essere impostata conoscendo il valore esatto % rispetto alla reattanza subtransitoria, oppure dalla costante di tempo di armatura.

L'impedenza sincrona, da usare nei guasti simmetrici permanenti, si calcola con la formula:

$$X_s = \frac{x_s}{100} \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}}$$

Per i guasti asimmetrici, sia subtransitorio che permanente, servono le sequenze inverse ed omopolari. Per il calcolo dell'impedenza alla sequenza inversa, con la reattanza subtransitoria in quadratura:

$$X_q'' = \frac{x_q''}{100} \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}}$$

si applica la formula:

$$X_i = \frac{X_d'' + X_q''}{2}$$

Infine, si ricava la reattanza omopolare come:

$$\begin{aligned} R_0 &= R_d \\ X_0 &= \frac{x_0}{100} \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}} \end{aligned}$$

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori sincroni.

Generatori asincroni

[Olivieri e Ravelli, Elettrotecnica II° vol., Edizioni CEDAM]

Come ogni altra macchina elettrica, anche il motore asincrono è reversibile, quindi può diventare un generatore di energia elettrica. Quando la macchina funziona a vuoto, essa assorbe energia per la magnetizzazione del campo rotante e per le perdite. Se si applica al rotore una coppia motrice si passa ad uno scorrimento negativo ed una conseguente produzione di energia.

Il software Ampère simula il funzionamento del generatore asincrono tramite lo studio del diagramma circolare. Impostata la potenza attiva, viene ricavata la potenza reattiva corrispondente assorbita dalla rete, da cui si calcolano le correnti erogate. La potenza attiva sarà quindi erogata dalla macchina, mentre quella reattiva assorbita dalla rete.

La generatrice asincrona può erogare solo correnti sfasate di un certo angolo in anticipo rispetto alla f.e.m. che genera: e questo sfasamento non può essere in alcun modo regolato, ma assume un valore suo proprio per ogni valore della corrente erogata.

I parametri caratteristici da richiedere sono:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Rendimento $3/4$ N
- Rendimento $2/4$ N
- Fattore di potenza N - nominale
- Fattore di potenza $3/4$ N
- Fattore di potenza $2/4$ N
- P numero di coppie polari

Si individuano così tre punti appartenenti al diagramma circolare della macchina asincrona.

Altrimenti vengono richiesti i seguenti dati, sempre necessari per determinare il diagramma circolare:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Fattore di potenza N - nominale
- Potenza assorbita a vuoto
- Fattore di potenza a vuoto
- P numero di coppie polari

I generatori asincroni trifasi contribuiscono al guasto transitorio per tutti i punti della rete dai quali sono "visti". Condizione necessaria per il calcolo del contributo al guasto è che il generatore sia alimentato da un'altra fonte, che gli fornisce la potenza reattiva necessaria al suo funzionamento.

I calcoli dei guasti seguono le stesse procedure utilizzate per i Motori asincroni.

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori asincroni.

Generatori eolici

[CEI EN 60909-0]

Il software permette la creazione di tre tipologie di generatori eolici aventi come modello elettrico le definizioni riportate nella norma CEI EN 60909.

I modelli permettono il calcolo delle correnti di cortocircuito di generatori asincroni, asincroni con alimentazione doubly fed, ed infine generatori full size converter.

Per i generatori doubly fed i valori di corrente si riferiscono ai morsetti a monte del trasformatore, in quanto generatore e trasformatore vengono considerati come una unica unità. Allo stesso modo, per il generatore full size converter, i valori vanno intesi a monte del convertitore.

I generatori doubly fed e full size converter permettono la regolazione della potenza reattiva e il sostegno alle correnti di guasto come spesso richiesto dalle regole di connessione alla rete elettrica.

I fattori di correzione K_T non sono applicati ai generatori eolici.

Eolico asincrono

L'impedenza Z_G del generatore asincrono è calcolata con la formula:

$$Z_G = \frac{1}{I_{LR}/I_{rG}} \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}}$$

dove

- U_{rG} è la tensione nominale del generatore;
- S_{rG} è la potenza apparente del generatore;
- I_{LR}/I_{rG} è il rapporto della corrente a rotore bloccato rispetto la corrente nominale del generatore;

$$Z_G = R_G + jX_G$$

Il software permette di assegnare R_G in funzione di X_G , e se tale informazione non è nota si applica $R_G/X_G = 0,1$.

Eolico doubly fed

L'impedenza totale alla sequenza diretta Z_{WD} di una stazione con generatore eolico asincrono con alimentazione doubly fed è calcolata con la formula:

$$Z_{WD} = \frac{\sqrt{2} \cdot k_{WD} \cdot U_{rTHV}}{\sqrt{3} \cdot i_{WDmax}}$$

dove

- U_{rTHV} è la tensione nominale al primario del trasformatore;
- k_{WD} è il fattore per il calcolo della corrente di picco, fornito dal costruttore e riferito al lato primario dell'unità;
- i_{WDmax} è il massimo valore della corrente di cortocircuito trifase;

Se k_{WD} non è noto, si può utilizzare il valore $k_{WD} = 1.7$.

$$Z_{WD} = R_{WD} + jX_{WD}$$

Il software permette di assegnare R_{WD} in funzione di X_{WD} , e se tale informazione non è nota si applica $R_{WD}/X_{WD} = 0,1$.

Eolico full size converter

L'impedenza dipende dal tipo di convertitore, e per il software si suppone sia la stessa utilizzata per i sistemi di accumulo. Quindi

$$Z_{PF} = \frac{1}{k_u} \cdot \frac{1}{I_{cc}/I_n} \cdot \frac{U^2}{P_{NINV}}$$

Il sostegno alla corrente di guasto deve essere abilitato tra i parametri del generatore.

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.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, 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:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

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

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cPE} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE}$$

$$X_{0cPE} = 3 \cdot X_{dc}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

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:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$

$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

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

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$

$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

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

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$

$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$

$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$

$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$

$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$

$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

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):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

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_{k1Nmax} , fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

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

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

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

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

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

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

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

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

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.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- la guida UTE C 15-500, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo; con protezione di tipo fusibile la temperatura è la

media con la temperatura di fine guasto. Vedere Tableau 1 della guida per maggiori dettagli.

- 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:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

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

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase $I_{k1 \min}$ e fase terra, espresse in kA:

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

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

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

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

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:

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

Motori asincroni

Le variabili caratteristiche del motore sono:

- U_{rm} tensione nominale del motore [V] (concatenata per motori trifasi, di fase per motori monofasi collegati fase-neutro o fase-fase);
- I_{rm} corrente nominale del motore [A];
- S_{rm} potenza elettrica apparente nominale [kVA];
- P numero di coppie polari;
- I_{lr}/I_{rm} rapporto tra la corrente a motore bloccato (di c.c.) e la corrente nominale del motore;
- Fattore di potenza allo spunto.
- Possibilità di avviamento stella/triangolo per i motori trifasi, per cui si diminuisce I_{lr}/I_{rm} di 3.

Si calcola l'impedenza del motore:

$$Z_M = \frac{1}{I_{lr}/I_{rm}} \cdot \frac{U_{rm}^2}{S_{rm}}$$

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Se il motore (o generatore) è vicino al punto di guasto, occorre calcolare i coefficienti μ e q per ottenere la corrente di interruzione i_b tenendo conto del tempo di ritardo (di default pari a 0.02s).

Il coefficiente μ si calcola secondo la seguente tabella:

$$\begin{array}{ll} \mu = 0.84 + 0.26 \cdot e^{-0.26(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.02 \text{ s} \\ \mu = 0.71 + 0.51 \cdot e^{-0.30(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.05 \text{ s} \\ \mu = 0.62 + 0.72 \cdot e^{-0.32(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.10 \text{ s} \\ \mu = 0.56 + 0.94 \cdot e^{-0.38(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} \geq 0.25 \text{ s} \end{array}$$

se $I_{lr}/I_{rm} \leq 2$ allora $\mu = 1$.

Per il coefficiente q si deve prendere la potenza attiva meccanica espressa in MW e dividerla per il numero di coppie polari P al fine di ottenere la variabile m :

$$m = \frac{S_{rm} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}{1000 \cdot P}$$

con $\cos \varphi$ fattore di potenza e η rendimento del motore.

Quindi:

$$\begin{array}{ll} q = 1.03 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.02 \text{ s} \\ q = 0.79 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.05 \text{ s} \\ q = 0.57 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.10 \text{ s} \\ q = 0.26 + 0.10 \cdot \ln m & t_{\min} \geq 0.25 \text{ s} \end{array}$$

Se $q > 1$ si pone $q = 1$.

Si divide Z_M per i coefficienti μ e q per ottenere l'impedenza equivalente vista al momento del guasto:

$$Z_{Mib} = \frac{Z_M}{\mu \cdot q}$$

Da cui, a seconda della tensione e della potenza del motore, possiamo avere:

$X_M = 0.995 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli ≥ 1 MW
$X_M = 0.989 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli < 1 MW
$X_M = 0.922 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.42 \cdot X_M$	per motori a bassa tensione

Per le componenti alle sequenze si considerano le sole componenti dirette mentre quelle omopolari non vengono considerate, in quanto il contributo ai guasti lo danno solo i motori trifasi. Essi contribuiscono ai guasti trifasi e a quelli bifasi nelle utenze trifasi e bifasi.

$$R_d = R_M$$

$$X_d = X_M$$

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 sovracorrente, il cui valore deve provocare l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tabella 41A in funzione della tensione nominale U_0 o entro i 5s per garantire la protezione contro i contatti indiretti.

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 software 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.

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 I_a 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.

Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile $Zk1(ft)_{max}$;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il software verifica che:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove $I_{a.c.i.}$ è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti I_a) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a.c.i.}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $Ik1(ft)_{min}$ calcolata dal software.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

I_a c.i. assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_{k1(ft)} min$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a\ c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di I_a c.i. a I_{50V} o I_{25V} e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il software verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il software aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale;

U_L è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il software verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a\ c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il software possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la $I_{k1(ft)} min$, allora I_a c.i. è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a\ c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore, al quale il software aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_d è la corrente del primo guasto a terra, che per il software sarà pari alla corrente di guasto a terra $I_{k1(ft)}$ min nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

Il software verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove V_T è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore.

Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il software Ampère assolve a queste indicazioni potendo scegliere tra il metodo proposto dalla norma, oppure risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a\ c.i.} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

Z_{s1} è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

Z_{s2} è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_a\ c.i.$ è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze $s2$ appartenenti alla stessa area elettrica di $s1$.

Il valore $Max(Z_{s1} + Z_{s2})$ è memorizzato nella variabile $ZIT\ max$ di Ampère.

$I_a\ c.i.$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $I_{k(IT)}$ min calcolata dal software.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E},$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

Ia c.i. assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_k(IT)_{min}$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_{ITmax}}\right)$$

Nota. Il software permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale. In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente I_{50V} .

Riferimenti normativi

Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI IEC 61660-1 Ia Ed. 1997-06: Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations. Part 1: Calculation of short-circuit currents.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 Ed. 2021: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU

"Prodotti da Costruzione" (305/2011).

- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI UNEL 01433 1973: Portate di corrente per barre piatte lucide di rame elettrolitico a spigoli vivi in aria.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- FD C 15-500 Janvier 2020: Installations électriques à basse tension – Détermination des sections des conducteurs et choix des dispositifs de protection à l'aide de logiciels de calcul.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 16612, Segunda edição 2020: Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura — Requisitos de desempenho;

Norme di riferimento per la Media tensione

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.

- IEC 61892-4 IIa Ed. 2019-04: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.
- IEEE Std 1584-2018: IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations.

Stato utenze

Commissa:

Descrizione: EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SEDE CENTRALE CONSORTILE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Responsabile:

Data: 13/05/2024

Alimentazioni:

Tipo di quadro:

Grado di protezione:

Materiali usati:

Riferimenti:

Operatore:

Note:

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Punto di Consegna.QPC-AL_CT

Alimentazione | Centrale Termica

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase	93,593		100		102,85
Neutro	7,544		64		65,45

1) Utenza +Punto di Consegna.QPC-AL_CT: $I_{ns} = 100$ [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

la c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	2,499
VT a la c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Punto di Consegna.QPC-AL_CT

interviene tramite sgancio differenziale; $I_{prot.} = 1 \leq la\ c.i. = 2,499$

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
$PdI \geq I_{km\ max}$	$I_{km\ max}$ [°]
18	10
	60

Sg. mag. < I_{magmax} [A]

Sg. mag.	<	I_{magmax}
1250		1582,479

Cavo

Designazione	FG7R 0.6/1 kV
Formazione	3x(1x35)+1x16+1G16
Lunghezza linea [m]	50
Temperatura cavo a I_b [°C]	20 $\leq$ 78 $\leq$ 90
Temperatura cavo a I_n [°C]	20 $\leq$ 86 $\leq$ 90

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

	Verificato
K^2S^2 conduttore fase	$2,505 \cdot 10^7$
K^2S^2 neutro	$5,235 \cdot 10^6$
K^2S^2 PE	$7,93 \cdot 10^6$

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,619	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
1,587	1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

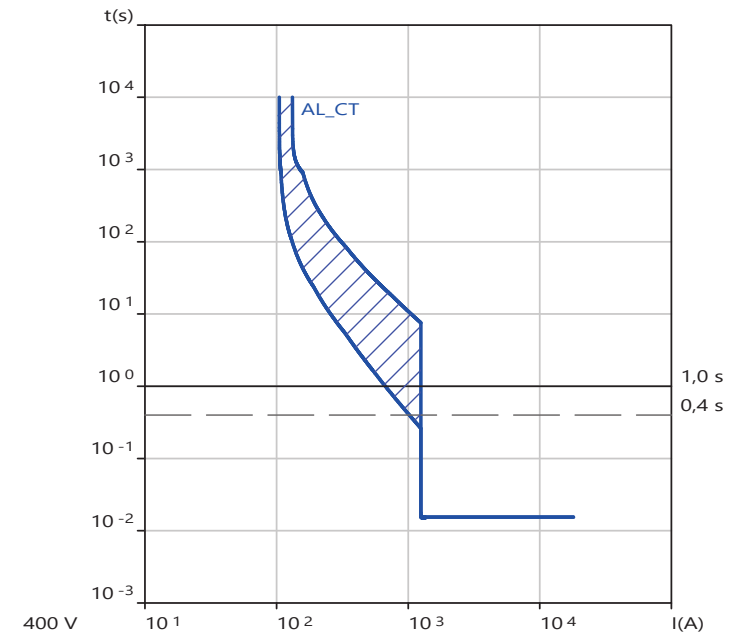
	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	16,877
Bifase	4,323	3,556	14,616
Bifase-N	4,514	3,483	15,057
Fase-N	2,015	1,582	10,126

A transitorio fondo linea

$I_{kv\ max}$	$I_{kv\ max}$ [°]
4,991	n.c.

Protezione

ABB - XT1B 160 TMD125 $I_{nN}=50\%$ - 125 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Punto di Consegna.QPC-AL_ED

Alimentazione | Edificio Esistente

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase	64,15		100		
Neutro	0		100		

1) Utenza +Punto di Consegna.QPC-AL_ED: $I_{ns} = 100$ [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

la c.i. [A]	2,5
Tempo di interruzione [s]	1
VT a la c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI $\geq$ Ikm max	/ Ikm max [°]
18	10
	60

Sg. mag.<Imagmax [A]

Verificato

Sg. mag.	<	Imagmax
1250		5642,72

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	10	9,405	16,877
Bifase	8,66	8,145	14,616
Bifase-N	8,921	8,39	15,057
Fase-N	6	5,643	10,126

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ Ikv max [°]
10	n.c.

Protezione

ABB - XT1B 160 TMD125 - 125 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S00

Generale quadro | vano tecnico

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase	93,593		100		
Neutro	7,544		64		

1) Utenza +Punto di Consegna.QPC-AL_CT: $I_{ns} = 100$ [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI $\geq$ Ikm max	/ Ikm max [°]
18	4,991 31,899

Sg. mag.<Imagmax [A]

Sg. mag.	<	Imagmax
1250		1582,477

Caduta di tensione [%]

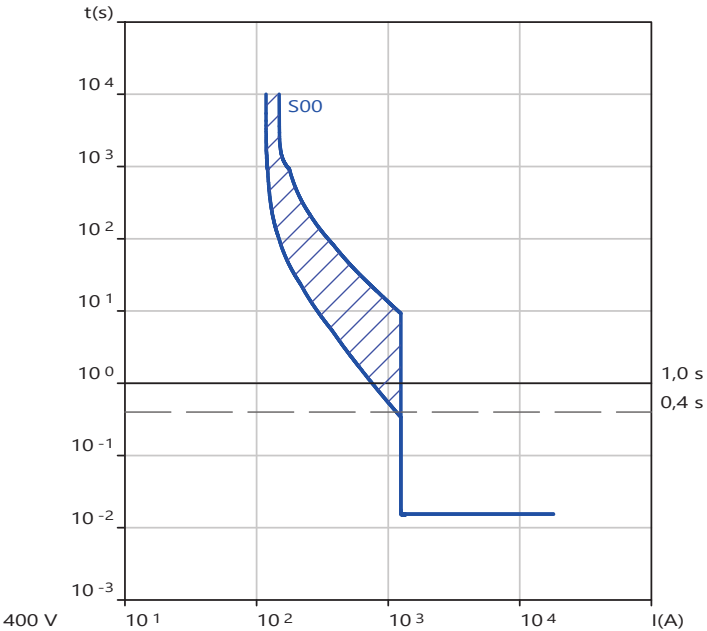
Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib) CdtT (Ib)	Cdt max
0 1,619	4
Cdt (In) CdtT (In)	
0 1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/ Ikv max [°]	
	4,991	n.c.	

Protezione

ABB - XT1B 160 TMD125 InN=50% - 125 A



Stato utenze

Utenza

+Centrale Termica.QVT-STR

Strumenti di misura

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0		13,1		
Neutro	0		13,1		

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-STR: Ins = 13,1 [A] (taglia nominale della protezione) - fusibile

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
120	4,991 31,899

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib) CdtT (Ib)	Cdt max
0 1,619	4
Cdt (In) CdtT (In)	
0 1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ _Ikv max [°]
4,991	n.c.

Protezione

ABB - E 93hN/20 - 20 A
ABB - E 9F10 AM10

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-SPD

Scaricatori di sovratensione

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase			24,14		
Neutro	0		24,14		

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-SPD: $I_{ns} = 24,14$ [A] (taglia nominale della protezione) - fusibile

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza di tipo SPD.

la c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	0,4
VT a la c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI $\geq$ Ikm max	/ Ikm max [°]
120	4,991 31,899

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib) CdtT (Ib)	Cdt max
0 1,619	4
Cdt (In) CdtT (In)	
0 1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ Ikv max [°]
4,991	n.c.

Protezione

ABB - E 93hN/32 - 32 A
SIEMENS - NH 0-gL 20A

400 V

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza +Centrale Termica.QVT-S01 Pompa di calore																																					
Coord. Ib < Ins < Iz [A] <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ib</th> <th><=</th> <th>Ins</th> <th><=</th> <th>Iz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fase</td> <td>95,006</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td>121</td> </tr> <tr> <td>Neutro</td> <td>0</td> <td></td> <td>64</td> <td></td> <td>77</td> </tr> </tbody> </table> 1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S01: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)					Ib	<=	Ins	<=	Iz	Fase	95,006		100		121	Neutro	0		64		77																
	Ib	<=	Ins	<=	Iz																																
Fase	95,006		100		121																																
Neutro	0		64		77																																
Verifica contatti indiretti <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>la c.i. [A]</td> <td>Verificato 2,493</td> </tr> <tr> <td>Tempo di interruzione [s]</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>VT a la c.i. [V]</td> <td>50</td> </tr> </table> Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S01 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= la c.i. = 2,493				la c.i. [A]	Verificato 2,493	Tempo di interruzione [s]	1	VT a la c.i. [V]	50																												
la c.i. [A]	Verificato 2,493																																				
Tempo di interruzione [s]	1																																				
VT a la c.i. [V]	50																																				
Potere di interruzione - Icw [kA] <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A transitorio inizio linea</td> <td>Verificato</td> </tr> <tr> <td>PdI >= Ikm max</td> <td>/ _Ikm max [°]</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>4,991 31,899</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Icw: corrente ammissibile di breve durata</td> </tr> <tr> <td>Icw</td> <td>Tcw Verificato</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>1</td> </tr> </table>		A transitorio inizio linea	Verificato	PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]	18	4,991 31,899	Icw: corrente ammissibile di breve durata		Icw	Tcw Verificato	1,2	1	Sg. mag.<Imagmax [A] <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Sg. mag.</td> <td><</td> <td>Imagmax</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td></td> <td>Verificato (K²S²>I²t) 1067,585</td> </tr> </table>		Sg. mag.	<	Imagmax	1250		Verificato (K²S²>I²t) 1067,585																
A transitorio inizio linea	Verificato																																				
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]																																				
18	4,991 31,899																																				
Icw: corrente ammissibile di breve durata																																					
Icw	Tcw Verificato																																				
1,2	1																																				
Sg. mag.	<	Imagmax																																			
1250		Verificato (K²S²>I²t) 1067,585																																			
Cavo <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Designazione</td> <td>FG7R 0.6/1 kV</td> </tr> <tr> <td>Formazione</td> <td>3x(1x35)+1x16+1G16</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza linea [m]</td> <td>30,2</td> </tr> <tr> <td>Temperatura cavo a Ib [°C]</td> <td>20 <= 63 <= 90</td> </tr> <tr> <td>Temperatura cavo a In [°C]</td> <td>20 <= 68 <= 90</td> </tr> </table>		Designazione	FG7R 0.6/1 kV	Formazione	3x(1x35)+1x16+1G16	Lunghezza linea [m]	30,2	Temperatura cavo a Ib [°C]	20 <= 63 <= 90	Temperatura cavo a In [°C]	20 <= 68 <= 90	K²S²>I²t [A²s] <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>Verificato</td> </tr> <tr> <td>K²S² conduttore fase</td> <td>2,505*10⁷</td> </tr> <tr> <td>K²S² neutro</td> <td>5,235*10⁶</td> </tr> <tr> <td>K²S² PE</td> <td>7,93*10⁶</td> </tr> </table>			Verificato	K²S² conduttore fase	2,505*10 ⁷	K²S² neutro	5,235*10 ⁶	K²S² PE	7,93*10 ⁶																
Designazione	FG7R 0.6/1 kV																																				
Formazione	3x(1x35)+1x16+1G16																																				
Lunghezza linea [m]	30,2																																				
Temperatura cavo a Ib [°C]	20 <= 63 <= 90																																				
Temperatura cavo a In [°C]	20 <= 68 <= 90																																				
	Verificato																																				
K²S² conduttore fase	2,505*10 ⁷																																				
K²S² neutro	5,235*10 ⁶																																				
K²S² PE	7,93*10 ⁶																																				
Caduta di tensione [%] <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Tensione nominale [V]</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Cdt (Ib)</td> <td>CdtT (Ib)</td> </tr> <tr> <td>0,842</td> <td>2,463</td> </tr> <tr> <td>Cdt (In)</td> <td>CdtT (In)</td> </tr> <tr> <td>0,887</td> <td>2,474</td> </tr> </table>		Tensione nominale [V]	400	Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	0,842	2,463	Cdt (In)	CdtT (In)	0,887	2,474	Correnti di guasto [kA] A regime fondo linea, Picco a inizio linea <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Max</th> <th>Min</th> <th>Picco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trifase</td> <td>3,709</td> <td>2,961</td> <td>7,256</td> </tr> <tr> <td>Bifase</td> <td>3,212</td> <td>2,564</td> <td>6,284</td> </tr> <tr> <td>Bifase-N</td> <td>3,329</td> <td>2,524</td> <td>6,562</td> </tr> <tr> <td>Fase-N</td> <td>1,387</td> <td>1,068</td> <td>2,929</td> </tr> </tbody> </table> A transitorio fondo linea <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Ikv max</td> <td>/ _Ikv max [°]</td> </tr> <tr> <td>3,709</td> <td>n.c.</td> </tr> </table>			Max	Min	Picco	Trifase	3,709	2,961	7,256	Bifase	3,212	2,564	6,284	Bifase-N	3,329	2,524	6,562	Fase-N	1,387	1,068	2,929	Ikv max	/ _Ikv max [°]	3,709	n.c.
Tensione nominale [V]	400																																				
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)																																				
0,842	2,463																																				
Cdt (In)	CdtT (In)																																				
0,887	2,474																																				
	Max	Min	Picco																																		
Trifase	3,709	2,961	7,256																																		
Bifase	3,212	2,564	6,284																																		
Bifase-N	3,329	2,524	6,562																																		
Fase-N	1,387	1,068	2,929																																		
Ikv max	/ _Ikv max [°]																																				
3,709	n.c.																																				

Protezione

ABB - XT1B 160 TMD125 InN=50% - 125 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S02

Generale circolatori

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,866		16		
Neutro	0,192		16		

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S02: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

Verificato

A transitorio inizio linea	PdI	>=	Ikm max	/	_Ikm max [°]
	15		4,991		31,899

Caduta di tensione [%]

400

Tensione nominale [V]	Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
	0	1,619	4
	Cdt (In)	CdtT (In)	
	0	1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929

A transitorio fondo linea

	Ikv max	/	_IkV max [°]
	4,991		n.c.

Protezione

ABB - S 204 M-C - 16 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S03-R

Fan-coils piano rialzato

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	3,078		10		14
Neutro	3,078		10		14

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,49
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,49

Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
10	2,014 20,825
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw Tcw	Verificato
1,3 1	

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
100	465,065

Cavo

Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5
Lunghezza linea [m]	10,6
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 32 <= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 50 <= 70

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴
K²S² neutro	2,976*10⁴
K²S² PE	4,601*10⁴

Caduta di tensione [%]

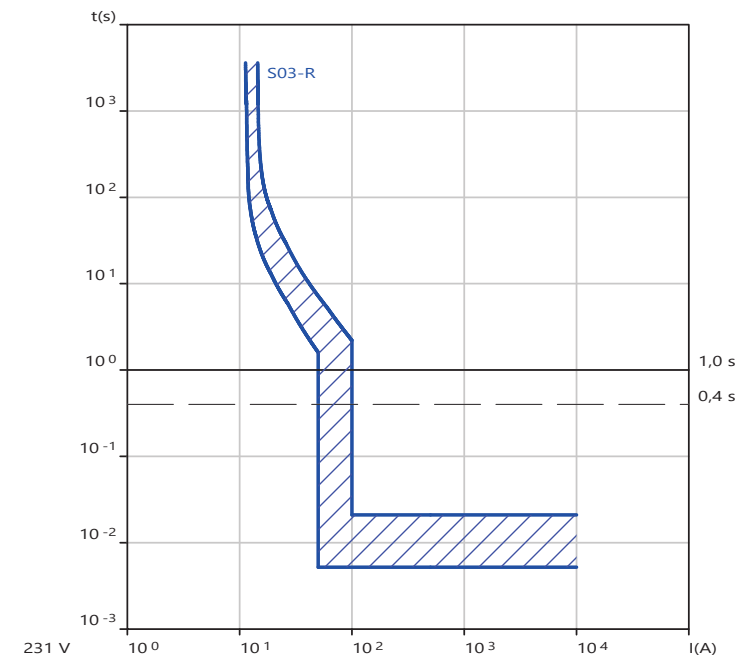
Tensione nominale [V]	231
Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max	
0,407 1,506 4	
Cdt (In) CdtT (In)	
1,321 2,908	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Max Min Picco	
Fase-N 0,591 0,465 2,928	
A transitorio fondo linea	
Ikv max / _Ikv max [°]	
0,591 n.c.	

Protezione

ABB - DS201 AC-C 0.03 - 10 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S04

Fan-coils piano primo

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase	3,367		10		14
Neutro	3,367		10		14

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S04: $I_{ns} = 10$ [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
la c.i. [A]	2,489
Tempo di interruzione [s]	1
VT a la c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S04

interviene tramite sgancio differenziale; $I_{prot.} = 0,03 \leq I_{a.c.i.} = 2,489$

Potere di interruzione - I_{cw} [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
$PdI \geq I_{km\ max}$	$I_{km\ max}$ [°]
10	2,014 20,825
I _{cw} : corrente ammissibile di breve durata	
I _{cw}	T _{cw} Verificato
1,3	1

Sg. mag.<I_{magmax} [A]

	Verificato
Sg. mag.	I_{magmax}
100	387,003

Cavo

Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5
Lunghezza linea [m]	13,6
Temperatura cavo a I_b [°C]	30 $\leq$ 32 $\leq$ 70
Temperatura cavo a I_n [°C]	30 $\leq$ 50 $\leq$ 70

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

	Verificato
K^2S^2 conduttore fase	$2,976 \cdot 10^4$
K^2S^2 neutro	$2,976 \cdot 10^4$
K^2S^2 PE	$4,601 \cdot 10^4$

Caduta di tensione [%]

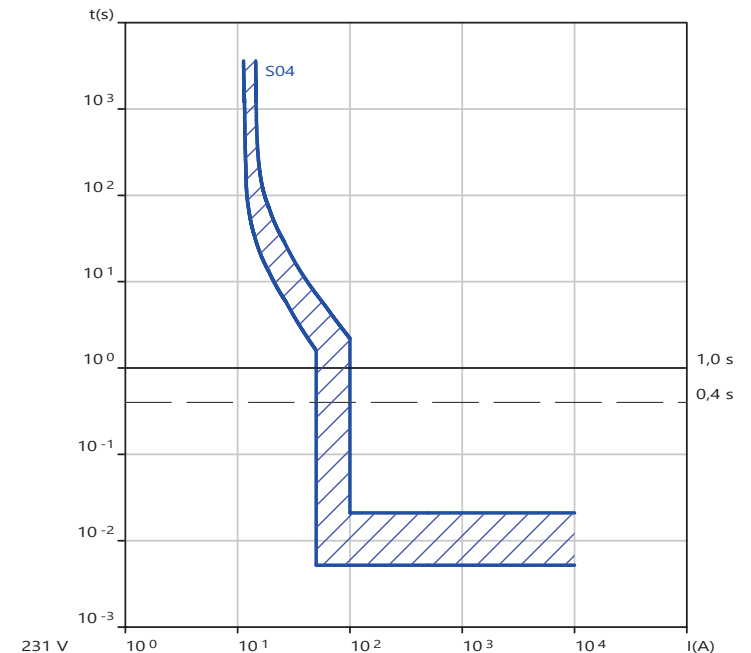
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,571	1,757	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
1,695	3,282	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,492	0,387	2,928
A transitorio fondo linea			
	$I_{kv\ max}$	$I_{kv\ max}$ [°]	
	0,492	n.c.	

Protezione

ABB - DS201 AC-C 0.03 - 10 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza			
+Centrale Termica.QVT-S05 Fan-coils piano secondo			
Coord. Ib < Ins < Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	3,271 10 14		
Neutro	3,271 10 14		
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S05: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)			
Verifica contatti indiretti			
	Verificato		
la c.i. [A]	2,488		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a la c.i. [V]	50		
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S05 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= la c.i. = 2,488			
Potere di interruzione - Icw [kA]			
A transitorio inizio linea	Verificato		
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]		
10	2,014 20,825		
Icw: corrente ammissibile di breve durata			
Icw Tcw	Verificato		
1,3 1			
Sg. mag.<Imagmax [A]			
	Verificato		
Sg. mag. <	Imagmax		
100	316,175		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	2,976*10 ⁴		
K²S² neutro	2,976*10 ⁴		
K²S² PE	4,601*10 ⁴		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,401	0,316	2,928
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/ _Ikv max [°]	
	0,401	n.c.	
Cavo			
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3		
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5		
Lunghezza linea [m]	17,6		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 32 <= 70		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 50 <= 70		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max			
0,717 1,818 4			
Cdt (In) CdtT (In)			
2,194 3,781			
Protezione			
ABB - DS201 AC-C 0.03 - 10 A			

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S06

Prese vano tecnico

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	14,43		16		25,2
Neutro	14,43		16		25,2

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S06: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,5
Tempo di interruzione [s]	0,4
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S06

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ Ikm max [°]
10	2,014 20,825

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
160	1108,627

Cavo

Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione	3G2.5
Lunghezza linea [m]	3
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 50 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 54 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	1,278*10 ⁵
K²S² neutro	1,278*10 ⁵
K²S² PE	1,278*10 ⁵

Caduta di tensione [%]

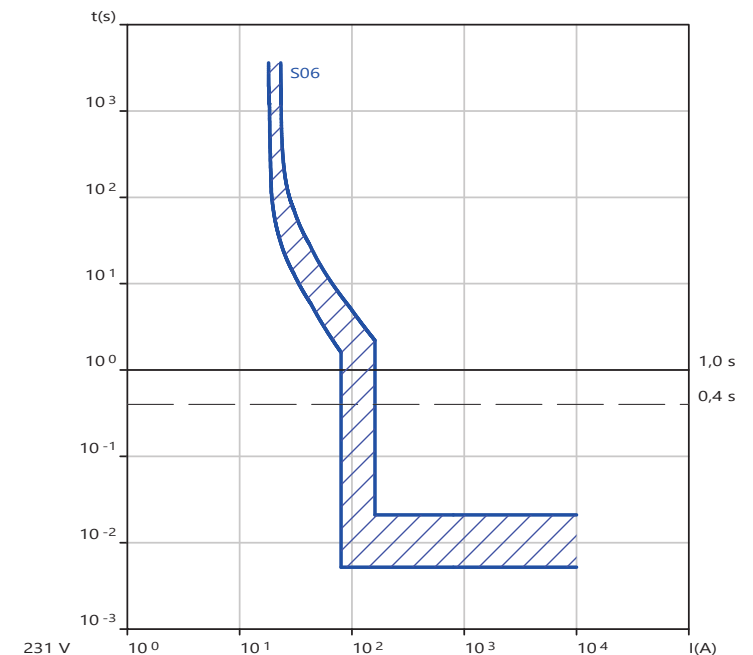
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,345	1,964	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,382	1,969	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,441	1,109	2,928
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	1,441	n.c.	

Protezione

ABB - DS201 AC-C 0.03 - 16 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S07

Luci vano tecnico

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	0,962		6		18,2	1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S07: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0,962		6		18,2	

Verifica contatti indiretti

	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
Ia c.i. [A]	2,5	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	0,4	La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S07
VT a Ia c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ Ikm max [°]
6	2,014 20,825

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
60	647,939

Cavo

Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione	3G1.5
Lunghezza linea [m]	6
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 37 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601*10⁴
K²S² neutro	4,601*10⁴
K²S² PE	4,601*10⁴

Caduta di tensione [%]

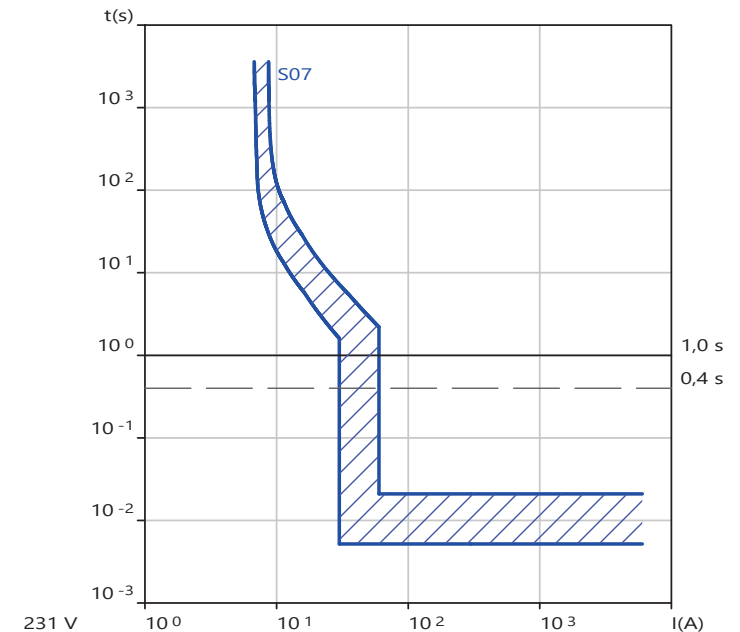
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,077	1,263	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,477	2,064	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,857	0,648	2,928
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	0,857	n.c.	

Protezione

ABB - DS201 AC-C 0.03 - 6 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S08

Aspiratore | Finestra

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S08: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	0,41		6		18,2	
Neutro	0,41		6		18,2	

Verifica contatti indiretti

	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
Ia c.i. [A]	2,493	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	0,4	La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S08
VT a Ia c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,493

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
6	2,014 20,825

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag.	< Imagmax
60	991,859

Cavo

Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione	3G1.5
Lunghezza linea [m]	2,5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 37 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601*10⁴
K²S² neutro	4,601*10⁴
K²S² PE	4,601*10⁴

Caduta di tensione [%]

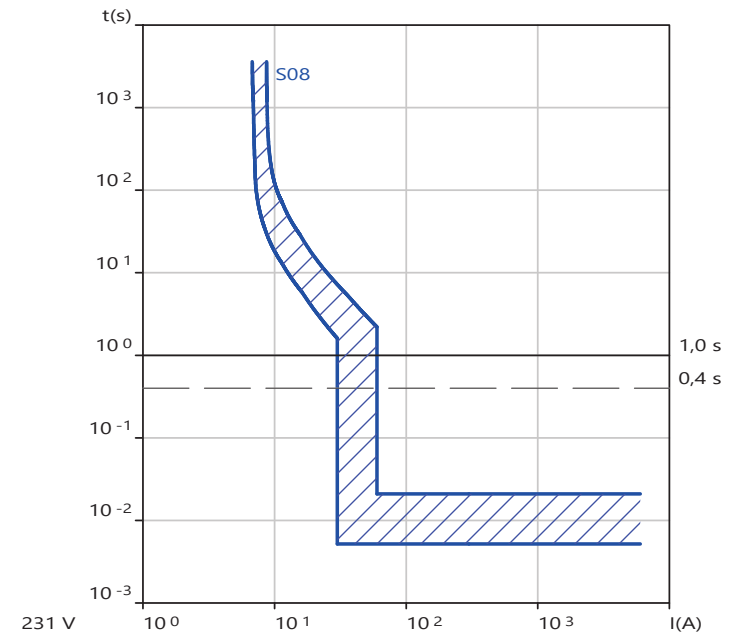
Tensione nominale [V]	231	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,014	1,2	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,199	1,786	
	CdtT mot.	CdT mot. max
	1,242	15

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,296	0,992	2,928
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	1,296	n.c.	

Protezione

ABB - DS201 AC-C 0.03 - 6 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S09-DG

Fotovoltaico

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	0		100			1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S09-DG: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		100			

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
18	4,991 31,899

Sg. mag.<Imagmax [A]

Sg. mag.	<	Imagmax
1000		1582,475

Caduta di tensione [%]

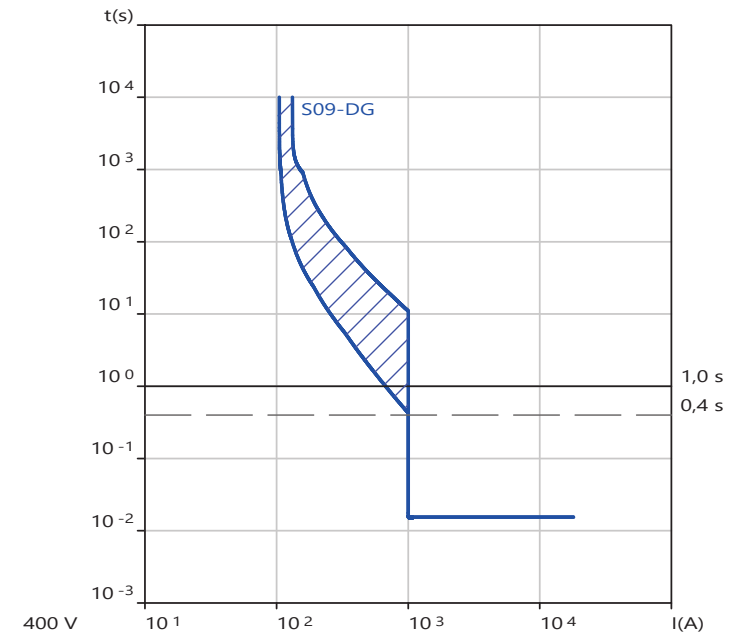
Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib) CdtT (Ib)	Cdt max
0 1,619	4
Cdt (In) CdtT (In)	
0 1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/ _Ikv max [°]	
	4,991	n.c.	

Protezione

ABB - XT1B 160 TMD100 - 100 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S02-R

Circolatore | pianto rialzato

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,673		1		14
Neutro	0,673		1		14

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S02-R: Ins = 1 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,5
Tempo di interruzione [s]	0,4
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S02

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,501 Rapp. Corrente di guasto che attraversa prot. = 1

Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
100	2,014 20,825
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw Tcw	Verificato
0,3 1	

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
12,5	744,683

Cavo

Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5
Lunghezza linea [m]	5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 30 <= 70

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,976*10 ⁴
K²S² neutro	2,976*10 ⁴
K²S² PE	4,601*10 ⁴

Caduta di tensione [%]

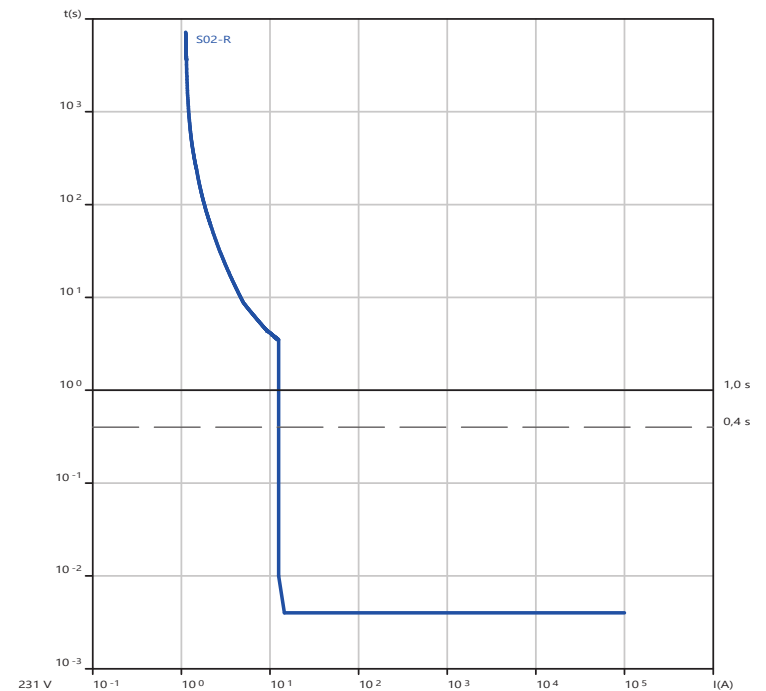
Tensione nominale [V]	231
Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max	
0,042 1,14 4	
Cdt (In) CdtT (In)	
0,062 1,649	
CdtT mot. Cdt mot. max	
1,236 15	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Max Min Picco	
Fase-N 0,949 0,745 2,928	
A transitorio fondo linea	
Ikv max / _Ikv max [°]	
0,949 n.c.	

Protezione

ABB - MS 132 - 1A - 1 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S02-1

Circolatore | pianto rialzato

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,673		1		14
Neutro	0,673		1		14

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S02-1: Ins = 1 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,5
Tempo di interruzione [s]	0,4
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S02

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,501 Rapp. Corrente di guasto che attraversa prot. = 1

Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
100	2,014 20,825
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw Tcw	Verificato
0,3 1	

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
12,5	744,683

Cavo

Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5
Lunghezza linea [m]	5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 30 <= 70

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴
K²S² neutro	2,976*10⁴
K²S² PE	4,601*10⁴

Caduta di tensione [%]

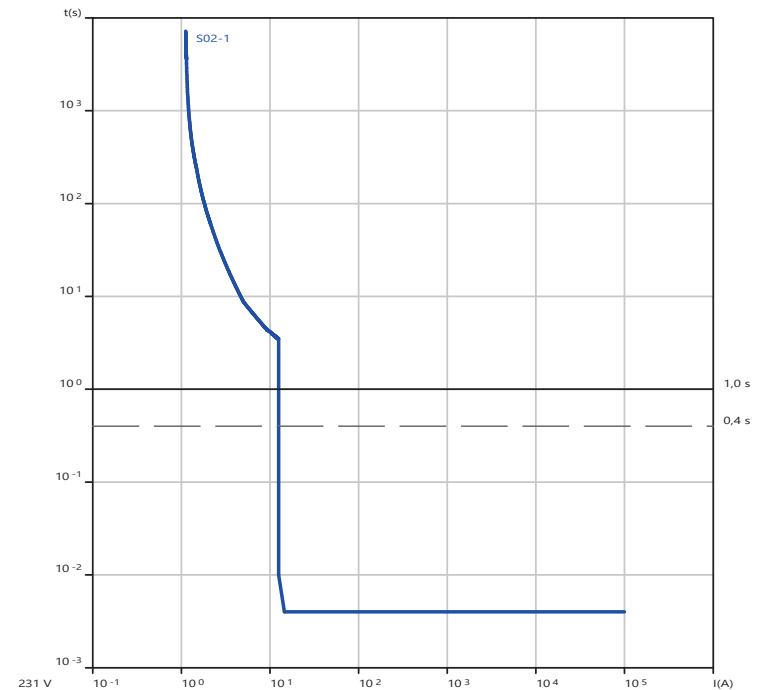
Tensione nominale [V]	231
Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max	
0,042 1,661 4	
Cdt (In) CdtT (In)	
0,062 1,649	
CdtT mot. Cdt mot. max	
1,756 15	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Max Min Picco	
Fase-N 0,949 0,745 2,928	
A transitorio fondo linea	
Ikv max / _Ikv max [°]	
0,949 n.c.	

Protezione

ABB - MS 132 - 1A - 1 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-S02-2

Circolatore | pianto rialzato

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,866		1		14
Neutro	0,866		1		14

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S02-2: Ins = 1 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,5
Tempo di interruzione [s]	0,4
VT a Ia c.i. [V]	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S02

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,501 Rapp. Corrente di guasto che attraversa prot. = 1

Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]
100	2,014 20,825
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw Tcw	Verificato
0,3 1	

Sg. mag.<Imagmax [A]

	Verificato
Sg. mag.	< Imagmax
12,5	744,683

Cavo

Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5
Lunghezza linea [m]	5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 30 <= 70

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴
K²S² neutro	2,976*10⁴
K²S² PE	4,601*10⁴

Caduta di tensione [%]

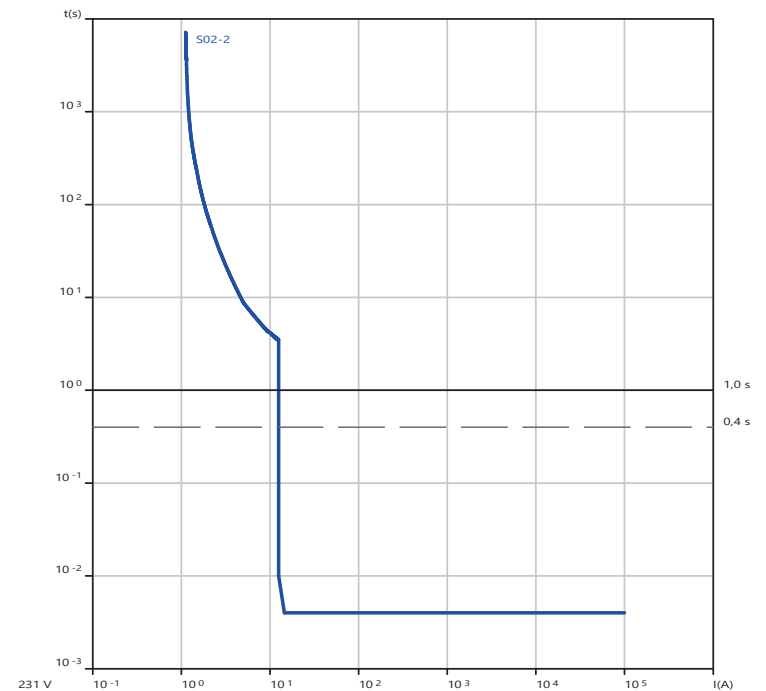
Tensione nominale [V]	231
Cdt (Ib) CdtT (Ib) Cdt max	
0,054 1,24 4	
Cdt (In) CdtT (In)	
0,062 1,649	
CdtT mot. Cdt mot. max	
1,362 15	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Max Min Picco	
Fase-N 0,949 0,745 2,928	
A transitorio fondo linea	
Ikv max / _IkV max [°]	
0,949 n.c.	

Protezione

ABB - MS 132 - 1A - 1 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S03-R1			Fan-coils piano rialzato linea 1	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,539		10	17,5
Neutro	1,539		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Ia c.i. [A]	2,5		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R	
VT a Ia c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo				
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3			
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5			
Lunghezza linea [m]	18			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30	<= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	43	<= 70
K²S²>I²t [A²s]				
	Verificato			
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴			
K²S² neutro	2,976*10⁴			
K²S² PE	4,601*10⁴			
Caduta di tensione [%]				
Tensione nominale [V]	231			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max		
0,345	1,852	4		
Cdt (In)	CdtT (In)			
2,244	5,152			
Correnti di guasto [kA]				
A regime fondo linea, Picco a inizio linea				
	Max	Min	Picco	
Fase-N	0,266	0,21	0	
A transitorio fondo linea				
	Ikv max	/_ Ikv max [°]		
	0,266	n.c.		

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S03-R2			Fan-coils piano rialzato linea 2	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,539		10	17,5
Neutro	1,539		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Ia c.i. [A]	2,5		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S03-R	
VT a Ia c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo				
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3			
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5			
Lunghezza linea [m]	18			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30	<= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	43	<= 70
K²S²>I²t [A²s]				
	Verificato			
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴			
K²S² neutro	2,976*10⁴			
K²S² PE	4,601*10⁴			
Caduta di tensione [%]				
Tensione nominale [V]	231			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max		
0,345	1,852	4		
Cdt (In)	CdtT (In)			
2,244	5,152			
Correnti di guasto [kA]				
A regime fondo linea, Picco a inizio linea				
	Max	Min	Picco	
Fase-N	0,266	0,21	0	
A transitorio fondo linea				
	Ikv max	/_ Ikv max [°]		
	0,266	n.c.		

Stato utenze

Data: 13/05/2024
Responsabile:
Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S04-1			Fan-coils piano primo linea 1	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,732		10	17,5
Neutro	1,732		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S04: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Ia c.i. [A]	2,5		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S04	
VT a Ia c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo				
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3			
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5			
Lunghezza linea [m]	18			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30	<= 70
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	43	<= 70
K²S²>I²t [A²s]				
	Verificato			
K²S² conduttore fase	2,976*10⁴			
K²S² neutro	2,976*10⁴			
K²S² PE	4,601*10⁴			
Caduta di tensione [%]				
Tensione nominale [V]	231			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max		
0,388	2,147	4		
Cdt (In)	CdtT (In)			
2,244	5,526			
Correnti di guasto [kA]				
A regime fondo linea, Picco a inizio linea				
	Max	Min	Picco	
Fase-N	0,244	0,193	0	
A transitorio fondo linea				
	Ikv max	/_ Ikv max [°]		
	0,244	n.c.		

Stato utenze

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S04-2			Fan-coils piano primo linea 2	
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,635		10	17,5
Neutro	1,635		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S04: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Ia c.i. [A]	2,5		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S04	
VT a Ia c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo			K²S²>I²t [A²s]	
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3		Verificato	
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5		K²S² conduttore fase	
Lunghezza linea [m]	18		2,976*10⁴	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<= 30	<= 70	K²S² neutro
Temperatura cavo a In [°C]	30	<= 43	<= 70	2,976*10⁴
				K²S² PE
				4,601*10⁴
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0,367	2,125	4	0,244	0,193
Cdt (In)	CdtT (In)		Picco	
2,244	5,526		0	
			A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/ _IkV max [°]
			0,244	n.c.

Stato utenze

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S05-1			Fan-coils piano secondo linea 1	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,539		10	17,5
Neutro	1,539		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S05: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Ia c.i. [A]	2,5		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S05	
VT a Ia c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo			K²S²>I²t [A²s]	
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3		Verificato	
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5		K²S² conduttore fase	
Lunghezza linea [m]	18		2,976*10⁴	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<= 30	<= 70	K²S² neutro
Temperatura cavo a In [°C]	30	<= 43	<= 70	2,976*10⁴
				K²S² PE
				4,601*10⁴
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0,345	2,165	4		Picco
Cdt (In)	CdtT (In)		Fase-N	0,22
2,244	6,026			0,173
				0
			A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/ _ Ikv max [°]
			0,22	n.c.

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza				
+Centrale Termica.QVT-S05-2			Fan-coils piano secondo linea 2	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	1,732		10	17,5
Neutro	1,732		10	17,5
1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S05: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato			
Ia c.i. [A]	2,5		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Tempo di interruzione [s]	0,4		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
VT a Ia c.i. [V]	50		La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-S05	
			interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 2,5	
Cavo			K²S²>I²t [A²s]	
Designazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3		Verificato	
Formazione	2x(1x1.5)+1G1.5		K²S² conduttore fase	
Lunghezza linea [m]	18		2,976*10⁴	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<= 30	<= 70	K²S² neutro
Temperatura cavo a In [°C]	30	<= 43	<= 70	2,976*10⁴
			K²S² PE	
			4,601*10⁴	
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0,388	2,208	4		Picco
Cdt (In)	CdtT (In)		Fase-N	0,22
2,244	6,026			0,173
			A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/ _Ikv max [°]
			0,22	n.c.

Stato utenze

Utenza

+Centrale Termica.QVT-DDI

Dispositivo di interfaccia

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0		100		
Neutro	0		100		

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S09-DG: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)
Nota: Ins sovraccarico vincolato, vedi Scheda protezione.

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Icw [kA]

Icw: corrente ammissibile di breve durata

Icw	Tcw	Verificato
1,3	1	

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ _Ikv max [°]
4,991	n.c.

Protezione

ABB - AF116-40-11-11 - 160 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-KWh1

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0		100		
Neutro	0		100		

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S09-DG: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

Nota: Ins sovraccarico vincolato, vedi Scheda protezione.

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	2,499
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,587	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	4,991	4,106	7,256
Bifase	4,323	3,556	6,284
Bifase-N	4,514	3,483	6,562
Fase-N	2,015	1,582	2,929

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ _Ikv max [°]
4,991	n.c.

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-FV1

Inverter A

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0		100		151,2
Neutro	0		100		98,7

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S09-DG: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

la c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	2,498
VT a la c.i. [V]	1
	50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-FV1

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= la c.i. = 2,498

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	/ Ikm max [°]
50	4,991 31,899

Sg. mag.<Imagmax [A]

Sg. mag.	<	Imagmax
1250		1458,198

Cavo

Designazione	FG16R16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione	3x(1x50)+1x25+1G25
Lunghezza linea [m]	8,1
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 56 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	5,112*10 ⁷
K²S² neutro	1,278*10 ⁷
K²S² PE	1,936*10 ⁷

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,168	1,755	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

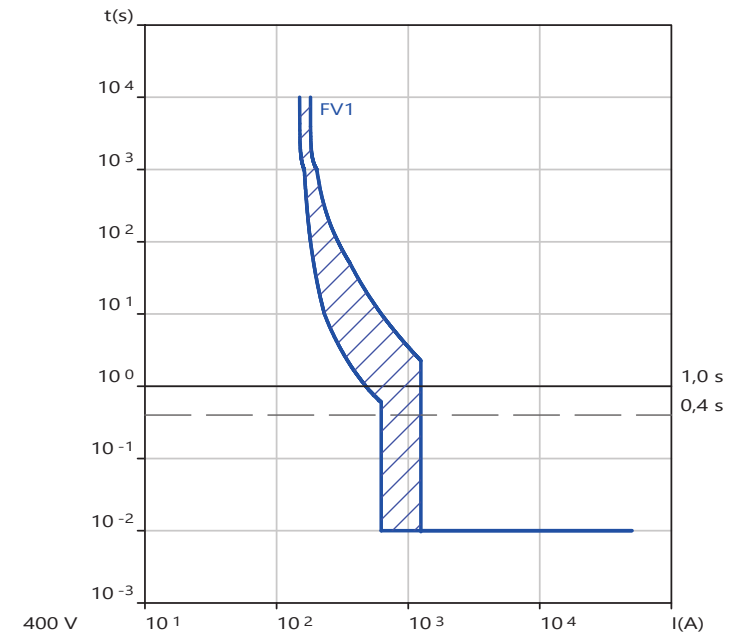
	Max	Min	Picco
Trifase	4,687	3,83	7,256
Bifase	4,059	3,317	6,284
Bifase-N	4,232	3,252	6,562
Fase-N	1,865	1,458	2,929

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ Ikv max [°]
4,687	n.c.

Protezione

ABB - S 804 S-C - 125 A



Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza

+Centrale Termica.QVT-Conv-Prot.

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	0		100			1) Utenza +Centrale Termica.QVT-S09-DG: Ins = 100 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		100			Nota: Ins sovraccarico vincolato, vedi Scheda protezione.

Verifica contatti indiretti

	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
Ia c.i. [A]	2,498	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Centrale Termica.QVT-FV1
VT a Ia c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 2,498

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,755	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	4,687	3,83	6,802
Bifase	4,059	3,317	5,89
Bifase-N	4,232	3,252	6,142
Fase-N	1,865	1,458	0
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_ Ikv max [°]	
	4,687	n.c.	

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza [Non alimentata]

+Centrale Termica.QVT-Conv

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	Ins = 107,965 [A] (valore teorico di sovraccarico)
Fase	0		107,965			
Neutro	0		107,965			

Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza non alimentata.
Ia c.i. [A]	0	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	219,393	

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,619	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	1,755	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	2,707
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	0	n.c.	

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza [Non alimentata]

+Centrale Termica.QVT-ST-1

Stringa 1

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z	
Fase	20		32		52,5	1) Utenza +Centrale Termica.QVT-ST-1: $I_{ns} = 32$ [A] (taglia nominale della protezione)
Neutro	20		32		52,5	Nota: Analisi I_{ns} monte-valle non applicabile.

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza non alimentata.

la c.i. [A]

Classe II

Tempo di interruzione [s]

0,1

VT a la c.i. [V]

120

VT a I_{ccft} [V]

0

VT_IT 2° [V]

0

Potere di interruzione - I_{cw} [kA]

A transitorio inizio linea

Non applicabile

Cavo

Designazione

H1Z2Z2-K

Formazione

2x(1x10)+1G10

Lunghezza linea [m]

90

Temperatura cavo a I_b [°C]

30 $\leq$ 38 $\leq$ 90

Temperatura cavo a I_n [°C]

30 $\leq$ 52 $\leq$ 90

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

Verifica: n.d.

K^2S^2 conduttore fase

$2,045 \cdot 10^6$

K^2S^2 neutro

$2,045 \cdot 10^6$

K^2S^2 PE

$3,098 \cdot 10^6$

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	0
Fase-PE	0	0	0

Sistema IT

I_{kITmax}	I_{kITmin}
0,031	0,029

A transitorio fondo linea

$I_{kv max}$	$I_{kv max} [^\circ]$
0	n.c.

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

830

Cdt (I_b)

CdtT (I_b)

Cdt max

0

0

4

Cdt (I_n)

CdtT (I_n)

-1,694

0

Protezione

ABB - S804PV-M32 - 32 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza [Non alimentata]

+Centrale Termica.QVT-ST-2

Stringa 2

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z
Fase	20,715		32		52,5
Neutro	20,715		32		52,5

1) Utenza +Centrale Termica.QVT-ST-2: $I_{ns} = 32$ [A] (taglia nominale della protezione)
Nota: Analisi I_{ns} monte-valle non applicabile.

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza non alimentata.

Ia c.i. [A]	Classe II
Tempo di interruzione [s]	0,1
VT a Ia c.i. [V]	120
VT a I_{ccft} [V]	0
VT_IT 2° [V]	0

Potere di interruzione - I_{cw} [kA]

A transitorio inizio lineaNon applicabile

Cavo

Designazione	H1Z2Z2-K
Formazione	2x(1x10)+1G10
Lunghezza linea [m]	90
Temperatura cavo a I_b [°C]	30 $\leq$ 39 $\leq$ 90
Temperatura cavo a I_n [°C]	30 $\leq$ 52 $\leq$ 90

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

Verifica: n.d.

K^2S^2 conduttore fase	2,045*10 ⁶
K^2S^2 neutro	2,045*10 ⁶
K^2S^2 PE	3,098*10 ⁶

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	0
Fase-PE	0	0	0

Sistema IT

I_{kITmax}	I_{kITmin}
0,031	0,029

A transitorio fondo linea

$I_{kv max}$	$I_{kv max}$ [°]
0	n.c.

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	830	
Cdt (I_b)	CdtT (I_b)	Cdt max
0	0	4
Cdt (I_n)	CdtT (I_n)	
-1,694	0	

Protezione

ABB - S804PV-M32 - 32 A

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza [Non alimentata]

+Centrale Termica.QVT-ST-3

Stringa 3

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]

	I_b	$\leq$	I_{ns}	$\leq$	I_z	1) Utenza +Centrale Termica.QVT-ST-3: $I_{ns} = 32$ [A] (taglia nominale della protezione)
Fase	20		32		52,5	Nota: Analisi I_{ns} monte-valle non applicabile.
Neutro	20		32		52,5	

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza non alimentata.

la c.i. [A]

Classe II

Tempo di interruzione [s]

0,1

VT a la c.i. [V]

120

VT a I_{ccft} [V]

0

VT_IT 2° [V]

0

Potere di interruzione - I_{cw} [kA]

A transitorio inizio linea

Non applicabile

Cavo

Designazione

H1Z2Z2-K

Formazione

2x(1x10)+1G10

Lunghezza linea [m]

90

Temperatura cavo a I_b [°C]

30 $\leq$ 38 $\leq$ 90

Temperatura cavo a I_n [°C]

30 $\leq$ 52 $\leq$ 90

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]

Verifica: n.d.

K^2S^2 conduttore fase

2,045*10⁶

K^2S^2 neutro

2,045*10⁶

K^2S^2 PE

3,098*10⁶

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	0
Fase-PE	0	0	0

Sistema IT

I_{kITmax}

0,031

I_{kITmin}

0,029

A transitorio fondo linea

$I_{kv max}$

0

$I_{kv max}$ [°]

n.c.

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

830

Cdt (I_b)

CdtT (I_b)

Cdt max

0

0

4

Cdt (I_n)

CdtT (I_n)

-1,694

0

Protezione

ABB - S804PV-M32 - 32 A

t(s)

10⁻¹

10⁰

5,0 s

829,9 V

10⁻¹

10⁰

1(A)

Stato utenze

Data: 13/05/2024

Responsabile:

Cliente: Consorzio di Bonifica dell'Oristanese

Utenza [Non alimentata]

+Centrale Termica.QVT-ST-4

Stringa 4

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	20,715		32		52,5	1) Utenza +Centrale Termica.QVT-ST-4: Ins = 32 [A] (taglia nominale della protezione)
Neutro	20,715		32		52,5	Nota: Analisi Ins monte-valle non applicabile.

Verifica contatti indiretti

	Verificato	Utenza non alimentata.
Ia c.i. [A]	Classe II	
Tempo di interruzione [s]	0,1	
VT a Ia c.i. [V]	120	
VT a Iccft [V]	0	
VT_IT 2° [V]	0	

Potere di interruzione - Icw [kA]

A transitorio inizio linea Non applicabile

Cavo

Designazione	H1Z2Z2-K
Formazione	2x(1x10)+1G10
Lunghezza linea [m]	90
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 39 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 52 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verifica: n.d.
K²S² conduttore fase	2,045*10 ⁶
K²S² neutro	2,045*10 ⁶
K²S² PE	3,098*10 ⁶

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]		830
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
-1,694	0	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	0
Fase-PE	0	0	0
Sistema IT			
	IklTmax	IklTmin	
	0,031	0,029	
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	0	n.c.	

Protezione

ABB - S804PV-M32 - 32 A

