

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC VERONA – PADOVA Tratta VERONA – VICENZA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

NV - NUOVA VIABILITA' INTERFERENZE VIARIE

NV58 - ROTATORIA TRA SP ALMISANESE E VIALE DEL LAVORO

GENERALE

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Luglio 2021			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
IN17	12	E	I2	RH	NV5807	002	A	- - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	CODING	15/07/21	C.Pinti	15/07/21	P. Luciani	15/07/21	Giuseppe Fabrizio Coppa
								Data: 30/03/21

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RHN5807002A.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

Indice

Data: 21/05/2021

Responsabile:

Stampa	Pagina
Relazione di calcolo	2
Verifica di selettività	20
Sovratemperatura quadro CEI 17-43	21
Verifiche	22
Dati salienti utenza	23

RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

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

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

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 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:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_b e^{j 0} = I_b \cos \quad j \sin \\ I_2 &= I_b e^{j 2/3} = I_b \cos \frac{2}{3} \quad j \sin \frac{2}{3} \\ I_3 &= I_b e^{j 4/3} = I_b \cos \frac{4}{3} \quad j \sin \frac{4}{3} \end{aligned}$$

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

$$V_n = V_n \quad j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \text{ coeff}$$

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 (P_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \tan$$

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

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

$$\cos = \cos \arctan \frac{Q_n}{P_n}$$

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:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \quad I_n \quad I_z \\ b) \quad & I_f \quad 1.45 \quad I_z \end{aligned}$$

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 programma 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 $I_z \text{ min}$. 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:

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

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 mm²;
- 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 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² 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 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se 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:

$$\begin{array}{l}
 S_f \geq 16\text{mm}^2: \quad S_n = S_f \\
 16 \leq S_f < 35\text{mm}^2: \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\
 S_f < 35\text{mm}^2: \quad S_n = S_f/2
 \end{array}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma 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:

$$\begin{array}{l} S_f \geq 16\text{mm}^2: \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \geq S_f \geq 35\text{mm}^2: \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f < 35\text{mm}^2: \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{array}$$

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:

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

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm²);
- 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 mm² rame o 16 mm² alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² o 16 mm² 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:

$$\begin{array}{l} T_{cavo} - I_b \quad T_{ambiente} \quad c_{cavo} \frac{I_b^2}{I_z^2} \\ T_{cavo} - I_n \quad T_{ambiente} \quad c_{cavo} \frac{I_n^2}{I_z^2} \end{array}$$

esprese in °C.

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

Il coefficiente c_{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:

$$c.d.t(ib) = \max_{i=1}^k \left| \begin{matrix} Z_{f_i} I_{f_i} \\ Z_{n_i} I_{n_i} \end{matrix} \right|_{f=R,S,T}$$

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

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

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

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

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 km .

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

$$X_{cavo} = \frac{f}{50} X_{cavo}$$

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 m :

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

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

50	I_{cctrif}		\cos_{cc}	0.2
20	I_{cctrif}	50	\cos_{cc}	0.25
10	I_{cctrif}	20	\cos_{cc}	0.3
6	I_{cctrif}	10	\cos_{cc}	0.5
4.5	I_{cctrif}	6	\cos_{cc}	0.7
3	I_{cctrif}	4.5	\cos_{cc}	0.8
1.5	I_{cctrif}	3	\cos_{cc}	0.9
	I_{cctrif}	1.5	\cos_{cc}	0.95

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

$$R_d = Z_{cctrif} \cos_{cc}$$

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

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

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

Invertendo la formula:

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

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

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

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

Calcolo dispersori di terra

Di seguito sono riportate le formule utilizzate per il calcolo della resistenza di terra di diversi dispersori, di cui si tiene conto del tipo di terreno.

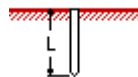
Impostata la resistività del terreno, per ogni tipo di dispersore si devono inserire i parametri che lo definiscono.

Parametri:

- lunghezza L ;
- raggio del picchetto a ;
- distanza tra picchetti d ;
- profondità s ;
- raggio del filo a' ;
- raggio anello r ;
- raggio piastra r ;
- lunghezze lati dispersori rettangolari a, b ;
- numero conduttori per lato na, nb .

Tipologie di dispersori:

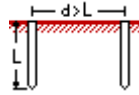
1) Picchetto verticale



per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$.

$$R_T = \frac{1}{2} \frac{L}{L} \ln \frac{4 L}{a} - 1$$

2) Due picchetti verticali

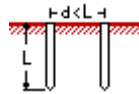


per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$

$$R_T = \frac{1}{4} \frac{L}{L} \ln \frac{4L}{a} - 1 - \frac{1}{4} \frac{L}{d} - 1 - \frac{L^2}{3d^2} - \frac{2L^4}{5d^4} \dots$$

La formula ha il vincolo: $d > L$.

3) Due picchetti verticali vicini

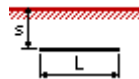


per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$

$$R_T = \frac{1}{4} \frac{L}{L} \ln \frac{4L}{a} - \ln \frac{4L}{d} - 2 - \frac{d}{2L} - \frac{d^2}{16L^2} - \frac{d^4}{512L^4} \dots$$

Vincolo: $d < L$.

4) Dispensore lineare



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s = 2*s'$

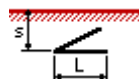
per avere L , il valore L' inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $L = L'/2$

per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$

$$R_T = \frac{1}{4} \frac{L}{L} \ln \frac{4L}{a} - \ln \frac{4L}{s} - 2 - \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} - \frac{s^4}{512L^4} \dots$$

Vincolo: $s' < L'$

5) Dispensore angolare



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s = 2*s'$

per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$

$$R_T = \frac{1}{4} \frac{L}{L} \ln \frac{2L}{a} - \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 - 0.2146 \frac{s}{L} - 0.1035 \frac{s^2}{L^2} \dots$$

Vincolo: $s' < L$

6) Stella a tre punte



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$;
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$

$$R_T = \frac{1}{6} \frac{L}{L} \ln \frac{2L}{a} \ln \frac{2L}{s} \quad 1.071 \quad 0.209 \frac{s}{L} \quad 0.238 \frac{s^2}{L^2} \dots$$

Vincolo: $s' < L$.

7) Stella a quattro punte



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$;
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$

$$R_T = \frac{1}{8} \frac{L}{L} \ln \frac{2L}{a} \ln \frac{2L}{s} \quad 2.912 \quad 1.071 \frac{s}{L} \quad 0.645 \frac{s^2}{L^2} \dots$$

Vincolo: $s' < L$.

8) Stella a sei punte

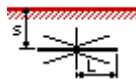


per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$;
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$

$$R_T = \frac{1}{12} \frac{L}{L} \ln \frac{2L}{a} \ln \frac{2L}{s} \quad 6,851 \quad 3.128 \frac{s}{L} \quad 1.758 \frac{s^2}{L^2} \dots$$

Vincolo: $s' < L$.

9) Stella a otto punte

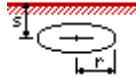


per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$;
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$

$$R_T = \frac{1}{16} \frac{L}{L} \ln \frac{2L}{a} \ln \frac{2L}{s} \quad 10.98 \quad 5.51 \frac{s}{L} \quad 3.26 \frac{s^2}{L^2} \dots$$

Vincolo: $s' < L$.

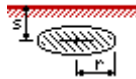
10) Dispersore ad anello



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$

$$R_T = \frac{1}{4} \frac{r}{r^2} \ln \frac{8r}{a} = \frac{1}{4} \frac{r}{r^2} \ln \frac{8r}{s}$$

11) Piastra rotonda orizzontale



per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$

$$R_T = \frac{1}{8} \frac{r}{r} \frac{1}{4} \frac{1}{s} \left(1 - \frac{7}{12} \frac{r^2}{s^2} + \frac{33}{40} \frac{r^4}{s^4} \dots \right)$$

Vincolo: $r < 2*s'$

12) Piastra rotonda verticale

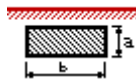


per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2*s'$

$$R_T = \frac{1}{8} \frac{r}{r} \frac{1}{4} \frac{1}{s} \left(1 - \frac{7}{24} \frac{r^2}{s^2} + \frac{99}{320} \frac{r^4}{s^4} \dots \right)$$

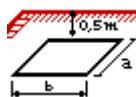
Vincolo: $r < s'$

13) Piastra rettangolare verticale



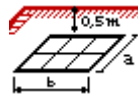
$$R_T = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{a}{b}}$$

14) Dispersore ad anello rettangolare



$$R_T = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

15) Maglia rettangolare



$$R_T = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{I} \right)$$

con

$I = 4nb$ lunghezza totale dei conduttori costituenti la rete.

$$r = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

I riferimenti bibliografici delle formule sono:

Lorenzo Fellin, Complementi di impianti elettrici, CUSL;

M. Montalbetti, L'impianto di messa a terra, Editoriale Delfino, Milano.

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:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

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

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

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

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

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}). In Ampère U_{rG} non è gestita, quindi si considera $V_{02} / U_{rG} = 1$.

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

$$K_S = \frac{c_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_S non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

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

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

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

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_{SO} non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

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 m risulta:

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

dove T 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:

$$R_{0cN} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN}$$

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

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 m :

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

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

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

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

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

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

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 m) 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:

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

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:

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

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

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

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

dove:

$$k = 1.02 \cdot 0.98 e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

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:

il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;

la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

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

I solante	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.

$$I_{k2} = j V_n \frac{Z_0 Z_i}{Z_d Z_i Z_d Z_0 Z_i Z_0}$$

e la corrente di picco:

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

Scelta delle protezioni

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

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;

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

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.

Funzionamento in soccorso

Se necessario, è verificata la rete o parte di essa in funzionamento in soccorso, quando la fornitura è disinserita e l'alimentazione è fornita da sorgenti alternative come generatori o UPS.

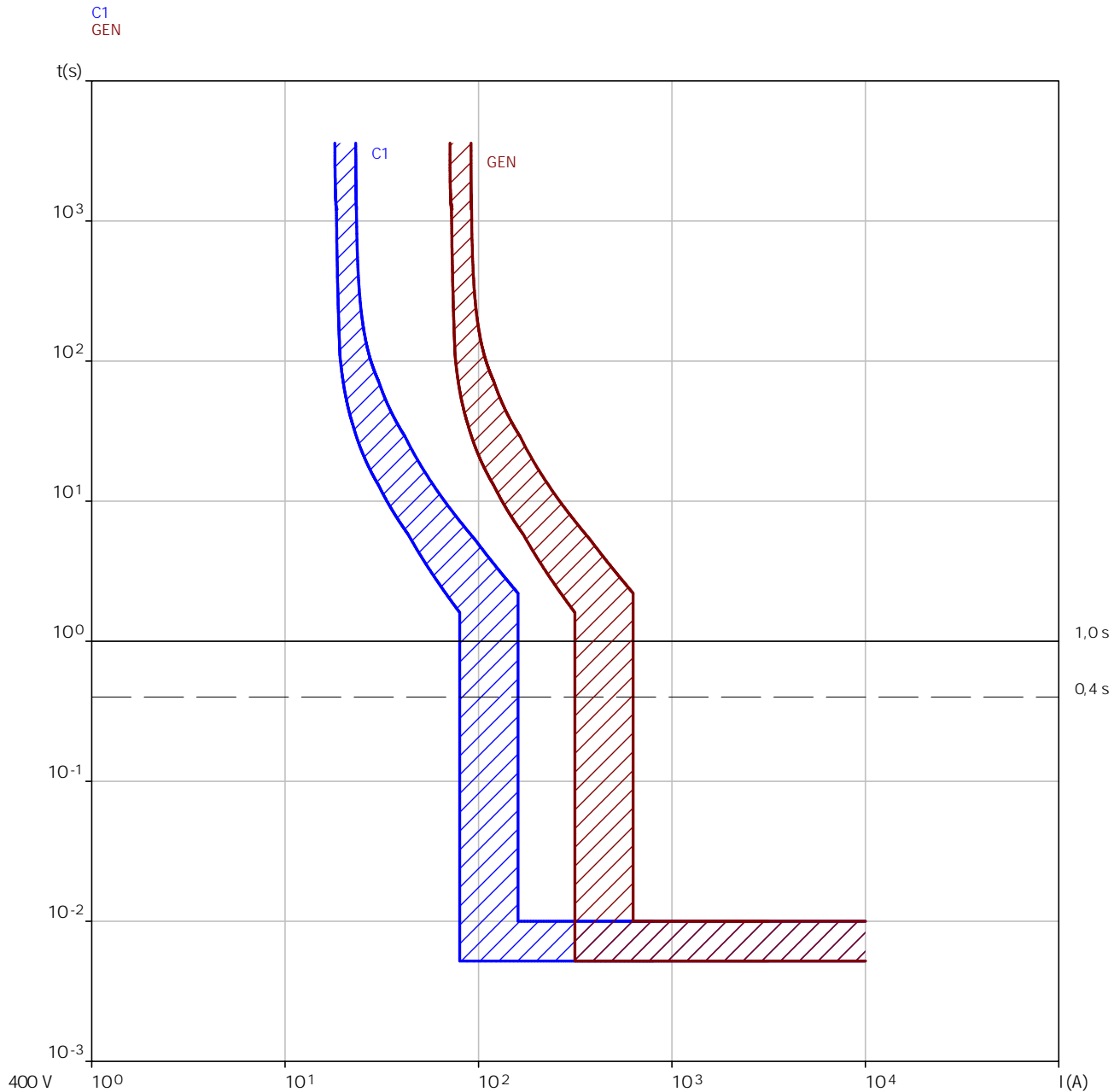
Vengono calcolate le correnti di guasto, la verifica delle protezioni con i nuovi parametri di alimentazione.

Verifica di selettività

Data: 21/05/2021

Responsabile:

	Monte:	Valle:
Utenza:	C1	GEN
Zona:		
Quadro:	QE_NV58	QE_NV58
Tensione nominale utenza:	400 V	400 V
Sigla protezione:	S 204-C	S 204-C
Tipo protezione:	MT+D+C Curva C	MT Curva C
Corrente nominale:	16 A	63 A
Sgancio magnetico:	160 A	630 A
Sgancio a: 1 s / 0,4 s:	160 A / 160 A	630 A / 630 A
I _{cc} minima:	226,5 A	469,8 A
Tempo di intervento:	0,005 s	0,01 s
Rapporto tra magnetiche:	0,254	
Selettività:	Nessuna	
Selettività amperometrica:	n.d.	
Selettività cronometrica:	n.d.	



Sovratemperatura quadro CEI 17-43

Data: 21/05/2021

Responsabile:

Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro CEI 17-43

Zona / Quadro:	=+QE_NV58
----------------	------------------

Cliente / Impianto:	RFI /
Tipo di involucro:	Plastico a vista IP6

Altezza:	878 mm	Tipo di installazione:	A parete
Larghezza:	410 mm	Apertura di ventilazione:	No
Profondità:	160 mm	Numero di diaframmi orizzontali:	0

	Dimensioni (m x m)	Ao (m ²)	Fattore di superficie b	Ao x b (m ²)
Parte superiore	0,41x0,16	0,0656	0,7	0,05
Parte anteriore	0,41x0,878	0,36	0,9	0,32
Parte posteriore	0,41x0,878	0,36	0,5	0,18
Lato sinistro	0,16x0,878	0,1405	0,5	0,07
Lato destro	0,16x0,878	0,1405	0,5	0,07
Superficie di raffreddamento effettiva:				0,69

Con superficie raffreddamento effettiva Ae	
Superiore a 1,25 m ²	Inferiore a 1,25 m ²
$f = (h \wedge 1,35) / Ab$ (vedi 5.2.3)	$g = h / w$ (vedi 5.2.3)
	2,141

Apertura d'entrata aria:	0 cm²
Costante d'involucro:	0,847
Fattore d:	1
Potenza dissipata effettiva P(rispetto Ib)	1,0 W
$P \wedge x = P \wedge 0,804$:	1,0 W

Sovratemperatura dell'aria a metà altezza dell'involucro:	0,9 K
Fattore di distribuzione della temperatura c:	1,25
Sovratemperatura dell'aria nella parte superiore (interna) dell'involucro:	1,1 K

Verifiche (con descrizione)

Data: 21/05/2021

Responsabile:

Utenza	Denomin.1	Denomin.2	$I_{b<=I_{n<=I_z}}$	Verif. Pdl	Ver. I^{2t}	$I_{mag<I_{mag\ max}}$	Contatti indiretti	CdtT (Ib)
--------	-----------	-----------	---------------------	------------	---------------	------------------------	--------------------	-----------

CV_CONT	Cavo da punto consegna	(non compreso in appalto)	$8,14<=63<=72\ A$				Verificato	$0,985<=4\ \%$
---------	------------------------	---------------------------	-------------------	--	--	--	------------	----------------

QE_NV58

GEN	Generale		$8,14<=63\ A\ (I_{b<=I_n})$	$10 >= 1,23\ kA$		Prot. contatti indiretti	Verificato	$0,985<=4\ \%$
C1	Illuminazione pubblica	circuito 01	$2,25<=16<=72\ A$	$10 >= 1,23\ kA$	Verificato	$160 < 226,5\ A$	Verificato	$1,2<=4\ \%$
C2	Riserva		$0,802<=16\ A\ (I_{b<=I_n})$	$10 >= 1,23\ kA$		$160 < 469,8\ A$	Verificato	$0,985<=4\ \%$
C3	Riserva		$0,802<=16\ A\ (I_{b<=I_n})$	$10 >= 1,23\ kA$		$160 < 469,8\ A$	Verificato	$0,985<=4\ \%$
C4	Presa di servizio		$4,33<=16<=25,6\ A$	$20 >= 0,623\ kA$	Verificato	$160 < 449,1\ A$	Verificato	$1,02<=4\ \%$
AUX	Ausiliari		$1,44<=10\ A\ (I_{b<=I_n})$	$20 >= 0,623\ kA$		$100 < 469,7\ A$	Verificato	$0,219<=4\ \%$
OR	Orologio astronomico		$0,481<=10<=12,3\ A$		Verificato		Verificato	$0,224<=4\ \%$
EX	Estrattore	resistenza anticondensa	$0,962<=10<=16,8\ A$		Verificato		Verificato	$0,225<=4\ \%$

Legenda:

Utenza: Nome utenza

Denomin.1: Denominazione 1

Denomin.2: Denominazione 2

$I_{b<=I_{n<=I_z}}$: Coordinamento $I_{b<=I_{n<=I_z}}$

Verif. Pdl: Pdl $>= I_{max}$ in ctocto a monte

Ver. I^{2t} : Verifica energia passante I^{2t}

$I_{mag<I_{mag\ max}}$: Sg. magnetico $< I_{mag}$ massima

Contatti indiretti: Verifica contatti indiretti

CdtT (Ib): Verifica caduta di tensione a Ib

Dati salienti utenza (copia)

Data: 21/05/2021

Responsabile:

Utenza	Denomin.1	Denomin.2	Sistema	Circuito	Pn [kW]	Coeff.	Pd [kW]	Cosfi	l km max [kA]	Designazione	Formazione	Lc [m]	CdtT (lb) [%]	lb <= ln <= lz
CV_CONT	Cavo da punto consegna	(non compreso in appalto)	TT	3F+N	3,5	1	3,5	0,878	9,52	FG160 R16 0.6/1 kV Cca- s3,d1,a 3	4x16	150	0,985	8,14 <= 63 <= 72 A
QE_NV58														
GEN	Generale		TT	3F+N	3,5	1	3,5	0,878	1,23			0	0,985	8,14 <= 63 A (lb <= ln)
C1	Illuminazione pubblica	circuito 01	TT	3F+N	1,4	1	1,4	0,9	1,23	FG160 R16 0.6/1 kV Cca- s3,d1,a 3	4x16	170	1,2	2,25 <= 16 <= 72 A
C2	Riserva		TT	3F+N	0,5	1	0,5	0,9	1,23			0	0,985	0,802 <= 16 A (lb <= ln)
C3	Riserva		TT	3F+N	0,5	1	0,5	0,9	1,23			0	0,985	0,802 <= 16 A (lb <= ln)
C4	Presa di servizio		TT	L1-N	0,8	1	0,8	0,8	0,623	FS17 450/75 OV Cca- s3,d1,a 3	2x(1x4)+1G4	2	1,02	4,33 <= 16 <= 25,6 A
AUX	Ausiliari		TT	L3-N	0,3	1	0,3	0,9	0,623			0	0,219	1,44 <= 10 A (lb <= ln)
OR	Orologio astronomico		TT	L3-N	0,1	1	0,1	0,9	0,623	FS17 450/75 OV Cca- s3,d1,a 3	2x(1x1.5)	1	0,224	0,481 <= 10 <= 12,3 A

Dati salienti utenza (copia)

Data: 21/05/2021

Responsabile:

Utenza	Denomin.1	Denomin.2	Sistema	Circuito	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cosfi	I km max [kA]	Designazione	Formazione	Lc [m]	CdtT (Ib) [%]	Ib<=In<=Iz
EX	Estrattore	resistenza anticondensa	TT	L3-N	0,2	1	0,2	0,9	0,623	FS17 450/75 0V Cca- s3,d1,a 3	2x(1x2.5)	1	0,225	0,962<=10<=16,8 A

Legenda:

Utenza: Nome utenza

Denomin.1: Denominazione 1

Denomin.2: Denominazione 2

Sistema: Sistema distribuzione

Circuito: Circuito elettrico

Pn: Potenza nominale

Coef.: Coefficiente

Pd: Potenza dimensionamento

Cosfi: Fattore di potenza

I km max: I km max a monte

Designazione: Designazione cavo

Formazione: Formazione

Lc: Lunghezza linea

CdtT (Ib): Caduta di tensione totale a Ib

Ib<=In<=Iz: Coordinamento Ib<=In<=Iz