

Regione



Calabria

COMUNE DI
CENTRACHE



COMUNE DI
MONTEPAONE



COMUNE DI
PETRIZZI



Provincia di



Catanzaro

PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI DA REALIZZARE NEI COMUNI DI CENTRACHE (CZ) E MONTEPAONE (CZ) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. RICADENTI NEL COMUNE DI PETRIZZI (CZ)

**RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO ELETTRICO E
CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO**

ELABORATO

A.9.1

PROPONENTE:



SKI 17 s.r.l.

via Caradosso n.9
Milano 20123
P.Iva 12128880965

PROGETTO E SIA:



Via Caduti di Nassirya, 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsrl@legalmail.it

Ing. Alessandro Antezza

Il DIRETTORE TECNICO

Ing. Orazio Tricarico



SOLARITES s.r.l.

piazza V. Emanuele II n.14
Ceva (CN) 12073

CONSULENZA:



Via Corsica, 169 - 86039 Termoli (Cb) - Italy
T. +39 0875751452 - M. +393294130607 - E-Mail wirestudiosrls@gmail.com

0	30/11/2022	LP	LP	LP	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Indice

1.INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	6
2.NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	7
3.FONTI DI ALIMENTAZIONE	8
3.1. LINEA ALIMENTAZIONE PRIMARIA	8
4.DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA	9
4.1. SOTTOSTAZIONE	9
4.2. CAMPO EOLICO	9
4.3. SISTEMA DI PROTEZIONE	9
4.4. VALORI DI TARATURA DA IMPOSTARE SUL RELÈ DI MINIMA E MASSIMA TENSIONE E DI MINIMA E MASSIMA FREQUENZA RILEVATI DALL'ALLEGATO A17 DEL CODICE DI RETE I DI PROTEZIONE	10
4.5. ELENCO RELÈ	11
5.STUDIO SELETTIVITA' E COORDINAMENTI.....	12
5.1. INTRODUZIONE	12
5.2. IMPOSTAZIONE DELLO STUDIO	13
5.3. CALCOLI DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	13
5.4. FILOSOFIA DI REGOLAZIONE: SELETTIVITA' CRONOMETRICA.	14
5.5. PROTEZIONI SOTTO STAZIONE	15
5.5.1. <i>PROTEZIONE DIFFERENZIALE</i>	<i>15</i>
5.5.2. <i>PROTEZIONI DI MASSIMA CORRENTE LATO AT 36 KV.....</i>	<i>16</i>
5.5.3. <i>PROTEZIONI DI MASSIMA CORRENTE LATO AT 30 KV.....</i>	<i>16</i>
5.5.4. <i>PROTEZIONI DIREZIONALI DI MASSIMA CORRENTE TERRA 67N</i>	<i>18</i>
5.5.5. <i>PROTEZIONI DI MASSIMA TENSIONE OMOPOLARE (59Vo).....</i>	<i>18</i>
6.SELETTIVITÀ	19
6.1. GRAFICO SELETTIVITÀ	21
7.CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	22
7.1. CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)	22

7.2. CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)	29
7.3. TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTOSTAZIONE	36
7.4. UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTOSTAZIONE	40
7.5. TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO	42
7.6. UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO DI SMISTAMENTO	46
7.7. LEGENDA SIMBOLI UTILIZZATI COME DA NORMA CEI	48
7.8. SCHEMA UNIFILARE SEMPLIFICATO CON VALORI MAX	50
7.9. SCHEMA UNIFILARE SEMPLIFICATO CON VALORI MIN	51

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

Regione	Calabria				
Comune	Centrache – Montepaone - Petrizzi				
Proponente	SKI 17 S.R.L. via Caradosso n.9 Milano 20123 P.Iva 11479190966				
Redazione Progetto elettrico	Wire Studio Srls Via Corsica, 169 86039 – Termoli (Cb)				
Documento	Relazione tecnica				
Revisione	00				
Emissione	30 novembre 2022				
Redatto	Lino Pistilli	Verificato	A.A.	Approvato	O.T.

Redatto: Gruppo di lavoro	Wire Studio Srls
Verificato:	Lino Pistilli
Approvato:	Lino Pistilli

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 5 di 51

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione tecnica ha lo scopo di indicare le impostazioni dei relè di protezione relativi all'impianto eolico identificato come "Eolico Centrache 33 MW"

Il parco eolico è situato in agro di CENTRACHE e MONTEPAONE

Il seguente studio definisce le tarature dei relè a 36 kV e 30 kV delle cabine presenti nell'impianto in oggetto, con lo scopo di coordinarne l'intervento.

Nello specifico i relè presi in esame riguarderanno:

- Sottostazione 36 / 30 kV;
- La cabina utente in sottostazione
- La cabina di smistamento;
- Le partenze per i gruppi aereo generatori derivate dalla cabina di smistamento.

Per la realizzazione dello studio si è avvalsi della documentazione tecnica inoltrata dal cliente

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli interventi in progetto saranno effettuati nel rispetto della legislazione e delle normative vigenti di seguito elencate:

Elenco Normative Tecniche

La progettazione sarà eseguita in conformità alle seguenti normative tecniche:

- CEI-EN (CENELEC) Norme Europee Armonizzate
 - Norma CEI 3-15(CEI EN 60617-3)
Segni grafici per schemi
Parte 3 conduttori e dispositivi di connessione
 - Norma CEI 3-16(CEI EN 60617-4)
Segni grafici per schemi
Parte 4 componenti passivi
 - Norma CEI 3-18(CEI EN 60617-6)
Segni grafici per schemi
Parte 6 Produzione, trasformazione e conversione dell'energia elettrica
 - Norma CEI 3-19(CEI EN 60617-7)
Segni grafici per schemi
Parte 7 Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione
 - Norma CEI 3-20(CEI EN 60617-8)
Segni grafici per schemi
Parte 8 Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione
 - Norma CEI 11-25(CEI EN 60909-0)
Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata
Parte 0 Calcolo delle correnti.

3. FONTI DI ALIMENTAZIONE

Le fonti di alimentazione dell'area impianto sono le seguenti:

- Da stazione Terne con tensione primaria (36kV).
- Dai Generatori eolici da 6.6 MVA in singolo radiale

3.1. Linea alimentazione primaria

La sottostazione è alimentata da TERNA con una linea derivata dalla propria rete per la quale ci sono stati inoltrati i seguenti dati:

DATI RETE A.T.				
S''kq	1250	MVA	Tempo di eliminazione del guasto	
Unq	36	kV		
I''k3 max	20	kA	1	sec
I''k1 max	17,32	kA	1	sec
I''k3 min	11	kA	1	sec
I''k1 min	9,5	kA	1	sec

4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA

4.1. Sottostazione

La sottostazione sarà connessa alla rete nazionale (RTN) a 36 kV in corrispondenza del nodo denominato da TERNI (SS di nuova costruzione), la potenza del trasformatore installato sarà pari a 40 MVA

4.2. Campo eolico

Il campo eolico è composto da 2 gruppi comprendenti uno n° 3 aereo generatori e l'altro n° 2 aereo generatori, che saranno derivati dalla cabina di raccolta denominata "CS" che a sua volta è connessa con il quadro di distribuzione sito in sottostazione. Sia in sottostazione che in cabina "CS" è presente un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

4.3. Sistema di protezione

Lo studio è stato realizzato in modo tale da garantire la protezione dell'impianto contro tutte le tipologie di guasto che possono verificarsi all'interno del campo eolico, inoltre in caso di guasto o funzionamento anomalo sulla rete AT imputabile alla rete RTN ne permetterà il distacco.

4.4. Valori di taratura da impostare sul relè di minima e massima tensione e di minima e massima frequenza rilevati dall'allegato A17 del codice di rete i di protezione

Descrizione protezione	Soglia	Tempo di eliminazione del guasto (s)	Note
27	0.8	2.0 s	
59	1.15	1.0 s	
59Vo (soglia 1)	0.1Vo Max	2.0 s	
81<	47.5 Hz	4.0 s	
81<<	46.5 Hz	0.1 s	
81>	51.5 Hz	1.0 s	
81>>	52.5 Hz	0.1 s	

Vedi allegato A17 rev. 0203 maggio 2022 pag. 24

4.5. Elenco relè

Ubicazione	Elemento protetto	lato	Funzioni ANSI
Sottostazione AT/MT	RTN/ imp. di produzione	AT	27/59/59Vo/81</81>/50/51
Sottostazione AT/MT	Trasformatore AT/MT	AT	87T
S.S. AT/MT (Quadro MT)	Arrivo TR AT/MT	MT	50/51/59
S.S. AT/MT (Quadro MT)	Partenza Linea 1 cabina CS	MT	51/67/67N
S.S. AT/MT (Quadro MT)	Sbarra 30 KV	MT	59N
Cabina CS (Quadro MT)	Arrivo Linea 1 quadro SS	MT	51/67/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Arrivo Linea 1 quadro SS	MT	50/51/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Partenza Linea aereo generatori 1-3	MT	50/51/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Partenza Linea aereo generatori 4-5	MT	50/51/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Sbarra 30 KV	MT	59N

5. STUDIO SELETTIVITA' E COORDINAMENTI

5.1. INTRODUZIONE

Il presente studio definisce la selettività delle protezioni elettriche di alta e media tensione dell'impianto eolico "Centrache" sito agro di Centrache e Montepaone

Scopo del lavoro è la definizione delle regolazioni delle protezioni per assicurare una corretta protezione della rete e realizzare la selettività di intervento, ovvero fare in modo che sia sempre e solo la protezione più vicina al guasto ad intervenire.

La filosofia dell'utilizzo delle protezioni è basata sulla conoscenza che le condizioni anomale di funzionamento o di guasto possono essere suddivise come segue:

- Sovraccarichi;
- guasti a terra;
- guasti fase-fase e trifase.

L'individuazione delle condizioni anomale menzionate è effettuata dai relé di protezione che operano per separare la parte di rete guasta dal resto dell'impianto. La regolazione dei relé di protezione è selezionata per dare la maggiore continuità di servizio evitando danneggiamenti ai componenti della rete. I valori di regolazione sono scelti al di sopra delle condizioni transitorie che si possono verificare in rete. I tempi d'intervento devono consentire il ripristino dei parametri transitori all'interno dei loro valori normali.

Nota

Le regolazioni indicate rappresentano la migliore soluzione tecnica possibile sulla base delle nostre conoscenze. Tutte le regolazioni devono essere verificate e controllate (riviste ove necessario) durante la messa in servizio in campo. Le regolazioni dei relè calcolate e riportate in questo documento sono basate sui dati delle macchine e della rete disponibili. Se, durante la fase di avviamento dell'impianto, nuovi, più dettagliati o differenti dati saranno disponibili rispetto a quanto riportato, il presente documento dovrà essere revisionato.

5.2.IMPOSTAZIONE DELLO STUDIO

Al fine di facilitarne la consultazione, lo studio è stato suddiviso in più allegati. Ogni allegato contiene i dati utilizzati e i risultati (regolazioni delle protezioni) ottenuti nello sviluppo dello studio. In dettaglio per quanto afferisce al lavoro di nostra competenza sono riportati:

- calcolo delle correnti di cortocircuito riportante: schema unifilare semplificato, dati della rete relativi ai vari livelli di tensione (36 - 30 kV), dati delle linee MT di collegamento, dati dei TR in alta e media tensione e dei aereo generatori. I dati riportati sono quelli su cui è basato lo studio di coordinamento delle protezioni;
- schema unifilare semplificato che riporta le protezioni utilizzate e i trasformatori di misura (TA e TV) con il loro rapporto (fornito dal committente);
- tabelle di regolazione delle protezioni con indicazione del costruttore e del tipo della protezione, i valori primari e i valori secondari di regolazione sia per la grandezza di misura (ad es. corrente o tensione) che per il tempo di ritardo;

5.3.CALCOLI DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Il calcolo delle correnti di corto circuito è stato realizzato in conformità alle norme CEI 11-25 IEC 60909-2001 e in particolar modo sono state determinate:

- Correnti di cortocircuito trifase (valori max)
- Correnti di cortocircuito trifase (valori min)
- Correnti di cortocircuito bifase (valori max)
- Correnti di cortocircuito bifase (valori min)
- Correnti di cortocircuito fase terra

I calcoli sono stati realizzati considerando il contemporaneo funzionamento di tutti gli aereo generatori, come rappresentato nello schema semplificato.

I punti di calcolo presi in esame sono identificati con la lettera "F" (Fault), i risultati ottenuti sono stati in parte riportati per maggiore comprensione sullo schema unifilare semplificato, i valori sono affiancati da una freccia che indica il senso del contributo al corto circuito (monte o valle). Per quanto riguarda i calcoli delle correnti di cortocircuito da monte sono stati determinati i valori massimi e minimi, assumendo il coefficiente "C" come indicato dalla norma CEI 11-25 (val. max e min riferiti ai diversi livelli di tensione) e assumendo i valori massimi e minimi della potenza di cortocircuito sulla rete AT indicati al paragrafo 3.1.

Per quanto riguarda le correnti di inserzione ("in rush") sono state determinate con l'equazione $I_{magn} = I_n \times K \times e^{(-t/T)/1f^2}$, i parametri K e T sono stati desunti dalle norme CEI 11-35 allegato F:

5.4. FILOSOFIA DI REGOLAZIONE: SELETTIVITA' CRONOMETRICA.

Il criterio seguito per il coordinamento delle protezioni di massima corrente è stato quello di isolare in caso di guasto nel più breve tempo possibile (selettività) la più piccola area di impianto e poi assicurare una riserva (rincalzo) in caso di fallimento della protezione primaria.

La selettività di tipo cronometrico, è ottenuta graduando i tempi di intervento delle protezioni (discriminazione in tempo o selettività cronometrica) o, dove possibile, graduando la soglia di intervento (discriminazione in corrente o selettività amperometrica) in modo che il relè più vicino al guasto intervenga in un tempo inferiore o per una corrente inferiore rispetto a quelli più lontani.

Le regolazioni delle protezioni sono calcolate assegnando tempi man mano crescenti a partire dai relè destinati alla protezione degli aereo generatori fino ad arrivare alle sorgenti di energia (trasformatore AT/MT fino al punto di consegna TERNA). Con questo criterio si elimina solo la parte di impianto affetta dal guasto. Questo criterio ha il grave svantaggio che i tempi di eliminazione del guasto non possono essere comunque troppo lunghi perché:

- i materiali non sopportano guasti per tempi elevati;
- associato ad un corto circuito vi è un abbassamento di tensione;
- più il corto circuito rimane alimentato, più i danni che si creano nel punto di guasto possono essere notevoli (anche con conseguenze gravi quali incendi, etc.).

Per quanto riguarda la graduazione in tempo questa deve tenere conto delle caratteristiche delle apparecchiature presenti nell'impianto, e nel caso specifico:

- tempo di apertura degli interruttori MT: $X \approx 60 \text{ ms}$;
- tempo di inerzia delle protezioni: $X \approx 20 \text{ ms}$;
- massimo errore dell'intervento temporizzato: $X \approx 60 \text{ ms}$;
- margine di sicurezza: $X \approx 100 \text{ ms}$;

da cui risulta necessaria una graduazione di circa 250-300 ms tra due protezioni in serie.

5.5. PROTEZIONI SOTTO STAZIONE

5.5.1. PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Per la taratura della protezione differenziale del trasformatore 36 / 30 kV sono stati considerati:

- i casi di guasto interni ed esterni alla zona protetta, al fine di valutare in quale punto del grafico Id-IR questi si collochino, confrontando tale posizione con la curva di scatto
- la corrente di inserzione del trasformatore
- la corrente di magnetizzazione del trasformatore
- gli errori dovuti al rapporto dei TA e alla precisione degli stessi
- gli estremi coperti dal trasformatore in quanto dotato di variatore sotto carico.

I valori proposti sono i seguenti:

- corrente differenziale di prima soglia ($I_{DIFF >}$) = 30 % della corrente nominale dell'oggetto protetto;
- corrente differenziale di seconda soglia ($I_{DIFF >>}$) = $7 I_n$
- il tempo di intervento delle due soglie differenziali è fissato al valore base;
- pendenza del primo tratto di compensazione = 25%;
- pendenza del secondo tratto di compensazione = 70 %

L'intervento della protezione differenziale provoca il blocco alla richiusura dell'interruttore posto a protezione del TR lato AT e dell'interruttore generale posto sul quadro in media tensione tramite l'attivazione del relè di blocco relè 86T.

5.5.2. PROTEZIONI DI MASSIMA CORRENTE LATO AT 36 KV

La protezione di massima corrente di fase (50-51) lavora come riserva della protezione differenziale di trasformatore in caso di guasto trifase o fase-terra nella zona comprese tra i TA di alta e quelli di media tensione.

Le soglie di intervento impostate presentano una con caratteristica a tempo indipendente per l'intervento in caso di corto circuito trifase sul lato 36 kV e 30 kV, consentendo un margine di selettività cronometrica per guasto passante.

- La prima soglia (F= 51) sarà tarata a 3018 A, che è pari a 4,7 volte la corrente nominale del trasformatore, pertanto l'intervento è assicurato solo nel caso in cui si verifichino sovraccarichi, inoltre tale valore è superiore a 2820 Amp che rappresentano il contributo generato dal campo eolico in caso di guasto sulla rete RTN. Il tempo di intervento impostato è pari a 1 s per poter realizzare la selettività cronometrica con le protezioni poste a valle.
- La seconda soglia (F= 51) sarà tarata a 4238 A (6,6 In del trasformatore), con un tempo di intervento pari a 0,1 s, in modo da intervenire per corrente di guasto alimentate da rete RTN

L'intervento della protezione di massima corrente provoca il blocco alla richiusura dell'interruttore posto a protezione del TR lato AT tramite l'attivazione del relè di blocco relè 86T

5.5.3. PROTEZIONI DI MASSIMA CORRENTE LATO AT 30 KV

Le protezioni di massima corrente (50-51) posta sul lato MT del trasformatore in sottostazione (protezione generale) e protezioni sulle partenze linea verso la cabina di raccolta CS (linea 1 cabina CS) sono state impostate nel seguente modo:

Elaborato: Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 16 di 51

- protezione generale:
 - F 51 = 847 Amp che rappresentano circa il 10% in più della corrente nominale del trasformatore con una caratteristica a tempo inverso ($K = 0,3$).
 - F 50 = 4000 Amp pari a 4 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 750 ms in selettività cronometrica con le protezioni in partenza verso la cabina di raccolta CS e con la protezione di AT.
- protezione linea L1 verso cabina CS:
 - F 51= 699 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,2$)
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina CS angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ 4000 Amp pari a 5 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 500 ms (direzione del guasto verso CS)
- protezione linea L1 da cabina CS:
 - F 51= 699 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,2$)
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina SS angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ 4000 Amp pari a 5 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 500 ms (direzione del guasto verso SS)
- protezione linea L3, in partenza da quadro di raccolta CS:
 - F 51 = 400 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,2$).
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina Generatori angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ 2800 Amp pari a 7 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 100 ms. (direzione del guasto verso generatori)

La contemporanea corrente di inserzione di n° 3 TR da 7500 KVA non provoca l'intervento della protezione ($I_{rush\ totale} = 1800\ Amp$)

- protezione linea L6, in partenza da quadro di raccolta CS:
 - F 51 = 279 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,2$).
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina Generatori angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ - 2800 Amp pari a 7 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 100 ms. (direzione del guasto verso generatori)

La contemporanea corrente di inserzione di n° 2 TR da 7500 KVA non provoca l'intervento della protezione (I rush totale = 1200 Amp)

5.5.4. **PROTEZIONI DIREZIONALI DI MASSIMA CORRENTE TERRA 67N**

Per quanto afferisce le soglie di massima corrente direzionale di terra si è considerato un ritardo di 300 ms tra le protezioni in cascata, con un valore minimo impostato sulle protezioni più a valle sulle partenze delle linee verso gli aerogeneratori pari a 100 ms e valore massimo di 700 ms sulle protezioni della partenza in sottostazione;

Tale impostazione garantisce una selettività cronometrica tra le protezioni installate nella cabina di raccolta e le protezioni in cabina di sottostazione.

Il valore di corrente impostato I_o è pari a 2 Amp, notevolmente più basso del valore minimo calcolato nelle varie ipotesi di guasto, inoltre tale valore garantisce l'intervento delle protezioni anche con impedenza di guasto elevata (guasto non franco a terra).

Il valore di tensione impostato U_o è pari 5% l'angolo caratteristico trovandoci di fronte ad una rete con neutro isolato è pari a $90^\circ \pm 30^\circ$

La corrente di corto circuito monofase calcolata nell'impianto con una sola linea in esercizio dalla sottostazione è superiore a i 100 Amp.

Tutte le protezioni direzionali di terra proteggeranno i tratti di linea poste a valle delle stesse

5.5.5. **PROTEZIONI DI MASSIMA TENSIONE OMOPOLARE (59V0)**

Sia sul quadro di media tensione di sottostazione che in quello in cabine di raccolta CS, si imposterà su ciascuna protezione generale una soglia di massima tensione omopolare che interverrà in rincalzo alle protezioni per guasto a terra 67N. La protezione 59V0 che sarà impostata ad un valore del 5 % U_o con un tempo di intervento di 1";

6. SELETTIVITÀ

Project Title:	Selettività		Location:	Parco Eolico Centracche		
Setting Line	Protezione generale lato 30 kV					
Current Transformer	Current Primary	1000	Current Secondary	1	Ratio	1000
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	0,85	1000	847	0,3
3>>	51-2	Definite Time	4,00	1000	4000	0,75
3>>>	51-3	Definite Time	4,00	1000	4000	0,75
Setting Line	Linea 1 SS da e Verso CS					
Current Transformer	Current Primary	800	Current Secondary	1	Ratio	800
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	0,87	800	699	0,2
3>>	67-1	Definite Time	5,00	800	4000	0,5
3>>>	67-2	Definite Time	5,00	800	4000	0,5
Setting Line	linee L3 Aereogeneratori					
Current Transformer	Current Primary	400	Current Secondary	1	Ratio	400
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	1,00	400	400	0,2
3>>	67-1	Definite Time	7,00	400	2800	0,25
3>>>	67-2	Definite Time	7,00	400	2800	0,25

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

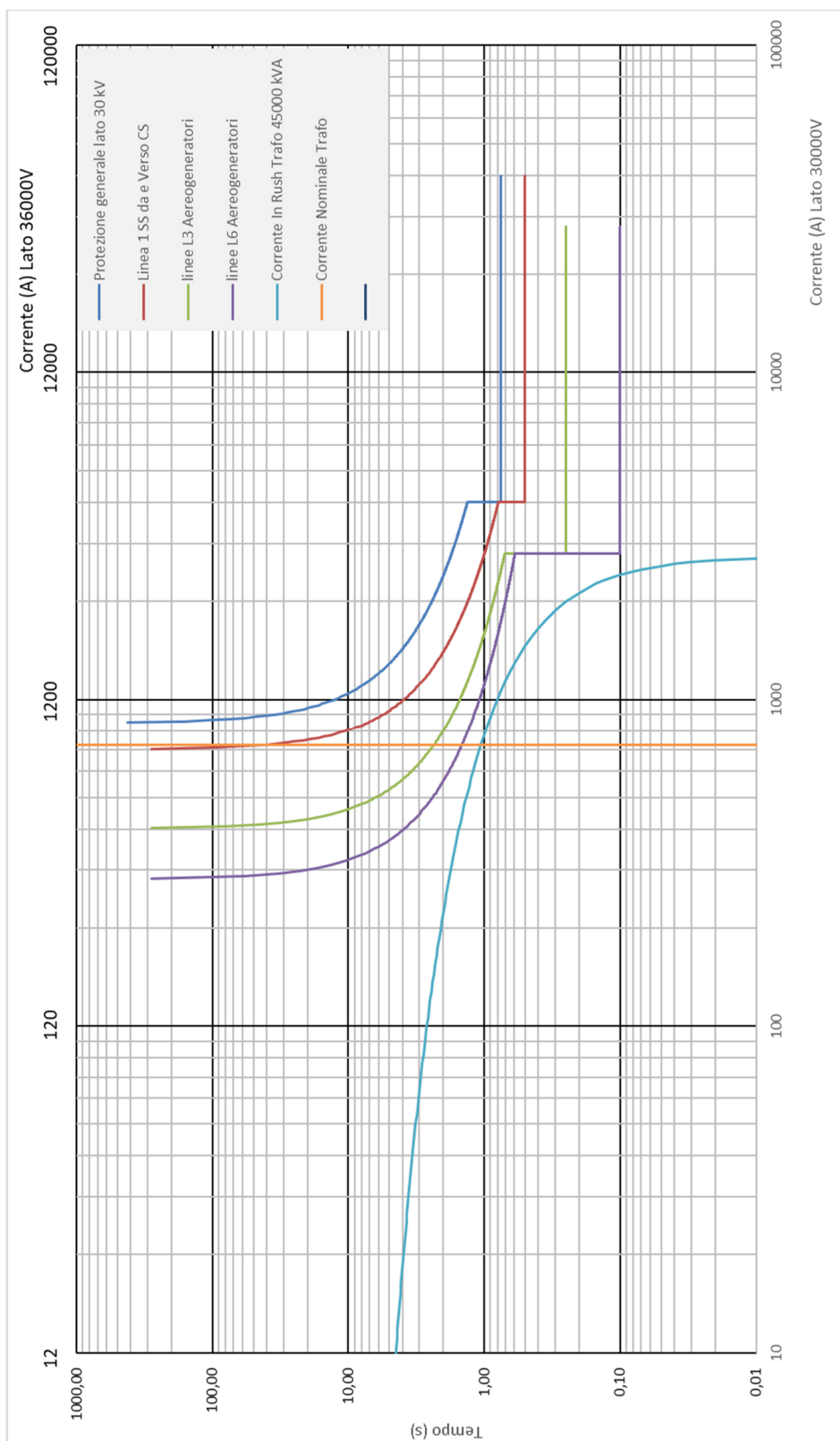
Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 19 di 51

Setting Line	linee L6 Aereogeneratori					
Current Transformer	Current Primary	400	Current Secondary	1	Ratio	400
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	0,7	400	280	0,2
3>>	67-1	Definite Time	7	400	2800	0,1
3>>>	67-2	Definite Time	7	400	2800	0,1
Corrente In Rush Trafo 45000 kVA						
	Power (kVA)	Voltage (V)	Current (A)	Number of Terminals	Frequency (Hz)	
PRIMARY	45.000	36.000	722,54	3F+N	50	
SECONDARY	45.000	30.000	867,05	3F	50	
Setting Line						
Current Transformer	Current Primary	1	Current Secondary	1	Ratio	1
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Time Multiplier
3>	51-1	Definite Time		1	0	
3>>	51-2	Definite Time		1	0	
3>>>	51-3	Definite Time		1	0	

6.1. Grafico Selettività



Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 21 di 51

7. CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

7.1. Correnti da monte (contributo su rete MT)

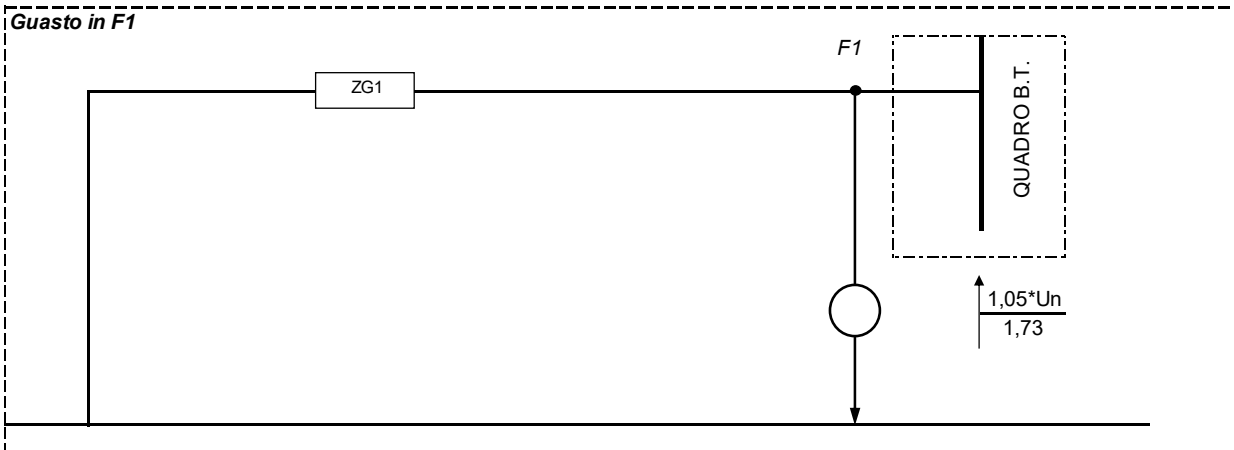
IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_K E I_p CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	227
		Collegio di Campobasso	

RETE AT 36 KV					
DATI RETE			DATI TRASFORMATORE		
			TR		
			Tipo	in olio	
Unq	36	KV	Srt	40.000	KVA
S''kq	1500	MVA	Ukr	12,00	%
Qc	1,1	%	Pkr	160960	Watt
Zqt	0,9504	ohm	Po	24588	Watt
Xqt	0,95	ohm	V2	36.000	Volt
Rqt	0,10	ohm	V1	30000	Volt
			I1r	642,26	Amp
			I2r	770,71	Amp

DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G5								TR1-TR5		
Tipo	Gamesa Siemens SG6,6-170							Tipo	in OLIO	
SrG	6600	KVA	cos fi	0,95				Srt	7500,00	KVA
U _{LG}	690	Volt						Ukr	9,50	%
I _{rm}	5529,03	Amp						Pkr	84,240	Watt
I _{lm}	16,59	kA						Po	4800	Watt
I _{lm} /I _{rm}	3							V2	30.000	Volt
X _m	0,995	Zm	0,024	ohm				V1	690	Volt
R _m	0,10	X _m	0,002	ohm				I _{1r}	144,5087	Amp
Z _m	0,024	ohm						I _{2r}	6282,986	Amp

CAVO ARE4H5E 18/30 KV									
I.D	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7		
Sez.	630		300	300	300	300	300		mm ²
n°//	2		1	1	1	1	1		
Lung.	13300		1257	2209	878	2537	2257		mt
R 85°/Km	0,065		0,130	0,130	0,130	0,130	0,130		Ohm/Km
X/Km	0,16		0,14	0,14	0,14	0,14	0,14		Ohm/Km
R	0,431585		0,16341	0,28717	0,11414	0,32981	0,29341		Ohm
X	1,064		0,17598	0,30926	0,12292	0,35518	0,31598		Ohm

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''^k e I_p in caso di corto circuito simmetrico trifase nel punto di guasto F1, con il contributo di GENERATORI Asincroni connessi alla rete



Calcolo della corrente di corto circuito generatore
Contributo generatore n°1 in F1(correnti da valle)

$$I''_{KG1} = \frac{c * U_n}{1,73 * Z''_{KG1}} = \begin{matrix} 17,42 & KA & val. max \\ 15,758 & KA & val. min. \end{matrix}$$

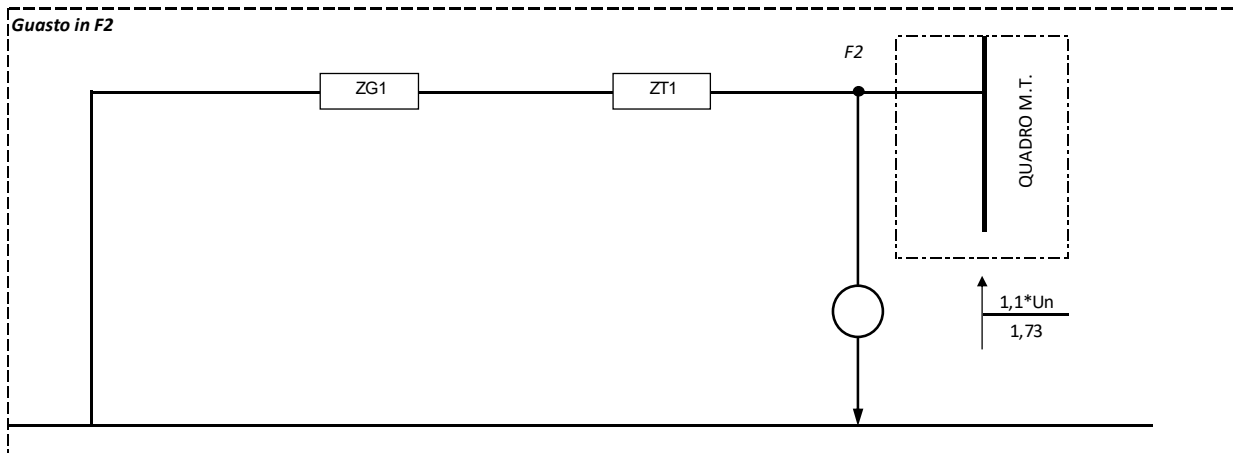
$$Z''_{KG1} = 0,024 \text{ m ohm}$$

Calcolo della corrente di cresta $I_p.c$

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,1 \quad K = 1,7460$$

$$I_{PG1} = K * \sqrt{2 * I''_{KG1}} = 43,007 \text{ KA}$$

Per maggiore comprensione vedi schema allegato



Trasformatore

La reattanza equivalente riportata al secondario del T1 (30.000 Volt) sarà:

$$Z_{T1} = \frac{U_{krT1}}{100\%} \times \frac{U^2_{rAT4}}{S_{rT1}} = 11400 \text{ mohm} \quad X_{2T1} = Z_{T1}^2 - R_{2T1}^2 \quad X_{2T1} = 11320 \text{ m ohm}$$

$$R_{2T1} = \frac{P_{kr}}{3I^2_{rT1} \cdot tr^2} = 1344,65 \text{ mohm}$$

$$tr^2_{Z''_{G1}} = tr^2 (R''_{G1} + X''_{G1}) = 4,52 + j 45 \text{ mohm} \quad t_r^2 = 1890,3592$$

$$Z''_{T1} = (R''_{T1} + X''_{T1}) = 1344,65 + j 11320,42 \text{ mohm}$$

$$Z''_{G1-T1} = 1349,17 + j 11366 \text{ mohm} \quad Z''_{G1-T1} = 11445 \text{ mohm}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F2

$$I''_{KG1(F2)} = \frac{c \cdot U_n}{1,73 \cdot Z''_{G1-T1}} = \begin{matrix} 1,667 & KA & val. max \\ 1,364 & KA & val. min. \end{matrix}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 \cdot R/X} \quad R/X = 0,1187062 \quad K = 1,7064$$

$$I_{P(F2)} = K \cdot \sqrt{2 \cdot I''_{KG1-T1}} = 4,022 \text{ KA}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I'' in F6 (correnti da valle) contributo di tutti i rami

corrente di cortocircuito simmetrica

$$I''_{kt(F6)} = I''_{kt(F3)} + I''_{kt(F4)} = 7,9781 \text{ kA val. max} \quad 6,5275 \text{ kA val. min.}$$

corrente di cortocircuito di picco

$$I''_{kp(F6)} = I''_{kp(F3)} + I''_{kp(F4)} = 17,2300 \text{ kA val. max} \quad 15,1919 \text{ kA val. min.}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I'' in F7 (correnti da valle)

$$S''_{kq(F6)} = 1,73 * U_{nq(F6)} * I''_{kt(F6)} = 414,06 \text{ MVA val. max} \quad 338,78 \text{ MVA val. min.}$$

$$Z_{qt(F6)} = \frac{C * U_{nq}^2}{S''_{kq(F6)}} \quad 2,39 \text{ ohm} \quad 2,92 \text{ ohm}$$

$$X_{qt(F6)} = 0,995 * Z_{qt} \quad 2,38 \text{ ohm} \quad 2,91 \text{ ohm}$$

$$R_{qt(F6)} = 0,100 * Z_{qt} \quad 0,24 \text{ ohm} \quad 0,29 \text{ ohm}$$

calcolo delle correnti di cortocircuito in F7 ipotizzando la sola linea L1 in servizio

$$Z_{t(F7)} = Z_{qt(F6)} + Z_{L1} \quad 3,51 \text{ ohm max.} \quad 4,04 \text{ ohm max.}$$

$$I''_{kt(F7)} = \frac{c * U_n}{1,73 * Z''_{t(F7)}} = 5,438 \text{ kA val. max} \quad 4,725 \text{ kA val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta $I_{p.c}$

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,1947955 \quad K = 1,5663$$

$$I_{p(F7)} = K * \sqrt{2 * I''_{kt(F7)}} = 12,046 \text{ kA val. max} \quad 10,466 \text{ kA val. min.}$$

calcolo delle correnti di cortocircuito in F10

Trasformatore

La reattanza equivalente del TR (36.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{krTR}}{100\%} \times \frac{U_{1TR}^2}{S_{rTR}} = 3,89 \text{ ohm}$$

$$X_{2TR} = Z_{2TR}^2 - R_{2TR}^2 \quad X_{2TR} = 3,89 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3I^2 r T1 * tr^2} = 0,13 \text{ mohm}$$

$$tr_{ZT(F9)}^2 = tr^2 (R_{(F)9} + X_{(F9)}) = 0,66 + j \quad 4 \text{ mohm} \quad tr^2 = 1,44$$

$$Z''_{TR} = (R_{TR} + X_{TR}) = 0,13 + j \quad 3,89 \text{ mohm}$$

$$Z_{(F10)} = 0,79 + j \quad 8 \text{ ohm} \quad Z''_{.G1-T1} = 8 \text{ ohm}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F10

$$I''_{K(F10)} = \frac{c * U_n}{1,73 * Z_{(F10)}} = 2,820 \text{ KA}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0971949 \quad K = 1,7521$$

$$I_{P(F10)} = K * \sqrt{2 * I''_{K(F10)}} = 6,989 \text{ KA}$$

7.2. Correnti da monte (contributo su rete MT)

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_K E I_p CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	227
		Collegio di Campobasso	

RETE AT 36KV								
DATI RETE VALORI MASSIMI			DATI RETE VALORI MINIMI			DATI TRASFORMATORE		
						TR		
						Tipo	in olio	
Unq	36	KV	Unq	36	KV	Srt	40.000	KVA
S''kq	1500	MVA	S''kq	882	MVA	Ukr	12,00	%
Qc	1,1	%	Qc	1,1	%	Pkr	160960	Watt
Zqt	0,9504	ohm	Zqt	1,616	ohm	Po	24588	Watt
Xqt	0,95	ohm	Xqt	1,61	ohm	V2	36.000	Volt
Rqt	0,10	ohm	Rqt	0,16	ohm	V1	30000	Volt
						I1r	642,26	Amp
						I2r	770,71	Amp

DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G6								TR1-TR5		
Tipo	Gamesa Siemens SG6,6-170							Tipo	in OLIO	
SrG	6600	KVA	cos fi	0,95				Srt	7500	KVA
UrG	690	Volt						Ukr	9,5	%
Irm	5529,03	ohm						Pkr	84240	Watt
Ilm	16,59	p.u						Po	4800	Watt
Ilm/Irm	3	p.u						V2	30000	Volt
Xm	0,995	p.u	0,0239252	ohm				V1	690	Volt
Rm	0,1	p.u	0,0023925	ohm				I1r	144,5087	Amp
Zm	0,02	ohm	0	0				I2r	6282,986	Amp

CAVO ARE4H5E 18/30 KV									
I.D	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
Sez.	630	0	300	300	300	300	300	0	mm ²
n°//	2	0	1	1	1	1	1	0	
Lung.	13300	0	1257	2209	878	2537	2257	0	mt
R 85°/Km	0,0649	0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0	Ohm/Km
X/Km	0,16	0	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0	Ohm/Km
R	0,431585	0	0,16341	0,28717	0,11414	0,32981	0,29341	0	Ohm
X	1,064	0	0,17598	0,30926	0,12292	0,35518	0,31598	0	Ohm
C/Km	0,36	0	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0	mF
C	4,788	0	0,33939	0,59643	0,23706	0,68499	0,60939	0	mF
Ic	79,8	0	7,542	13,254	5,268	15,222	13,542	0	Amp

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache (Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

determinazione delle impedenze di sequenza diretta

La reattanza equivalente del TR (30.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{krTR}}{100\%} \times \frac{U^2 Z_{rTR}}{S_{rTR}} = 2,70 \text{ ohm}$$

$$X_{2TR} = Z_{2TR}^2 - R_{2TR}^2 \quad X_{2TR} = 2,70 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3I^2 r T_1 \cdot tr^2} = 0,09 \text{ mohm}$$

impedenza della rete di alimentazione riportato lato media tensione (valori max e min.)

$$Z_{qt(F9)} = \frac{C \cdot Unq^2}{S''_{kq(F9)}} \times \frac{1}{t^2 r} \quad 0,66 \text{ ohm} \quad \text{val max} \quad 1,12 \text{ ohm} \quad \text{val min.}$$

$$X_{qt(F9)} = 0,995 \cdot Z_{qt} \quad 0,657 \text{ ohm} \quad X_{qt(F9)} = 0,995 \cdot Z_{qt} \quad 1,117 \text{ ohm}$$

$$R_{qt(F9)} = 0,100 \cdot Z_{qt} \quad 0,066 \text{ ohm} \quad R_{qt(F9)} = 0,100 \cdot Z_{qt} \quad 0,112 \text{ ohm}$$

calcolo delle correnti di cortocircuito in F9

$$Z_{t(F9)} = Z_{qt(F9)} + (Z_{TR}) \quad 3,36 \text{ ohm} \quad \text{val max} \quad 3,82 \text{ ohm} \quad \text{val min}$$

$$I''_{kt(F9)} = \frac{c \cdot Un}{1,73 \cdot Z''_{t(F9)}} = 5,679 \text{ KA} \quad \text{val. max} \quad I''_{kt(F9)} = 4,912 \text{ KA} \quad \text{val. max}$$

$$I''_{kt(F9)} = 4,54 \text{ KA} \quad \text{val. min.} \quad I''_{kt(F9)} = 3,924 \text{ KA} \quad \text{val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 \cdot R/X} \quad R/X = 0,0465922 \quad K = 1,8722$$

$$R/X = 0,0530939 \quad K = 1,8557$$

$$I_{p(F9)} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{kt(F9)} = 15,036 \text{ KA} \quad \text{val. max}$$

$$11,906 \text{ KA} \quad \text{val. min.}$$

calcolo delle correnti di cortocircuito in F6

$$Z_{t(F6)} = Z_{qt(F9)} + Z_{TR} + Z_{L1} \quad 3,90 \text{ ohm} \quad \text{val max} \quad 4,37 \text{ ohm} \quad \text{val min}$$

$$I''_{kt(F6)} = \frac{c \cdot Un}{1,73 \cdot Z''_{t(F6)}} = 4,885 \text{ KA} \quad \text{val. max} \quad I''_{kt(F6)} = 4,225 \text{ KA} \quad \text{val. max}$$

$$3,969 \text{ KA} \quad \text{val. min.} \quad I''_{kt(F6)} = 3,433 \text{ KA} \quad \text{val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 \cdot R/X} \quad R/X = 0,0957294 \quad K = 1,7554$$

$$R/X = 0,0962346 \quad K = 1,7542$$

$$I_{p(F9)} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{kt(F9)} = 12,126 \text{ KA} \quad \text{val max}$$

$$9,847 \text{ KA} \quad \text{val min}$$

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 31 di 51

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centracche(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

Calcolo delle correnti di cortocircuito $I''k$ in F2 (correnti da monte) val max

	R	J X		R	J X		R	J X		
Z _{qt}	66,00	656,70	Z _{qt}	66,00	656,70	Z _{qt}	66,00	656,70		mohm
Z _{TR}	90,33	2698,489	Z _{TR}	90,33	2698,4887	Z _{TR}	90,33	2698,489		
L1	215,7925	532	L1	215,7925	532	L1	215,7925	532		
L3	163,41	175,98	L3	163,41	175,98	L3	163,41	175,98		
			L4	287,17	309,26	L4	287,17	309,26		
						L5	114,14	0,12292		
										kA
Z _{T3(F2)}	4098		Z _{T2(F2)}	4449		Z _{T1(F2)}	4472			
I'' _{KT3(F2)}	4,6544		I'' _{KT2(F2)}	4,2874		I'' _{KT1(F2)}	4,2657			
R/X	0,1318		R/X	0,1882		R/X	0,2143			
K	1,6799		K	1,5773		K	1,5353			
I _{PT3(F2)}	11,0579		I _{PT2(F2)}	9,5635		I _{PT1(F2)}	9,2619			
I'' _{K2T3(F2)} =	4,026		I'' _{K2T2(F2)} =	3,709		I'' _{K2T1(F2)} =	3,690			kA

Calcolo delle correnti di cortocircuito $I''k$ in F2 (correnti da monte) val max

	R	J X		R	J X		R	J X		
Z _{qt}	66,00	656,70	Z _{qt}	66,00	656,70					mohm
Z _{TR}	90,33	2698,489	Z _{TR}	90,33	2698,4887					
L1	215,7925	532	L1	215,7925	532					
L6	329,81	355,18	L6	329,81	355,18					
			L7	293,41	315,98					
										kA
Z _{T4(F2)}	4300		Z _{T5(F2)}	4666						
I'' _{KT4(F2)}	4,4360		I'' _{KT5(F2)}	4,0883						
R/X	0,1655		R/X	0,2184						
K	1,6166		K	1,5290						
I _{PT4(F2)}	10,1415		I _{PT5(F2)}	8,8405						
I'' _{K2T4(F2)} =	3,837		I'' _{K2T5(F2)} =	3,536						kA

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Pagina 32 di 51

Calcolo delle correnti di cortocircuito $I''k$ in F2 (correnti da monte) val min.

	R	J X		R	J X		R	J X		
Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84		
Z _{TR}	90,33	2698,489	Z _{TR}	90,33	2698,4887	Z _{TR}	90,33	2698,489		
L1	215,7925	532	L1	215,7925	532	L1	215,7925	532		
L3	163,41	175,98	L3	163,41	175,98	L3	163,41	175,98		
			L4	287,17	309,26	L4	287,17	309,26		
						L5	114,14	0,12292		
Z _{T3(F2)}	4561		Z _{T2(F2)}	4910		Z _{T1(F2)}	4932			
I'' _{KT3(F2)}	3,8024		I'' _{KT2(F2)}	3,5317		I'' _{KT1(F2)}	3,5163			kA
R/X	0,1286		R/X	0,1798		R/X	0,2034			
K	1,6863		K	1,5914		K	1,5523			
I _{PT3(F2)}	9,0678		I _{PT2(F2)}	7,9485		I _{PT1(F2)}	7,7194			kA
I'' _{K2T3(F2)} =	3,289		I'' _{K2T2(F2)} =	3,055		I'' _{K2T1(F2)} =	3,042			kA

Calcolo delle correnti di cortocircuito $I''k$ in F2 (correnti da monte) val min

	R	J X		R	J X					
Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84					
Z _{TR}	90,33	2698,489	Z _{TR}	90,33	2698,4887					
L1	215,7925	532	L1	215,7925	532					
L6	329,81	355,18	L6	329,81	355,18					
			L7	293,41	315,98					
Z _{T4(F2)}	4762		Z _{T5(F2)}	5125						
I'' _{KT4(F2)}	3,6418		I'' _{KT5(F2)}	3,3833						kA
R/X	0,1591		R/X	0,2075						
K	1,6280		K	1,5458						
I _{PT4(F2)}	8,3849		I _{PT5(F2)}	7,3962						kA
I'' _{K2T4(F2)} =	3,150		I'' _{K2T5(F2)} =	2,927						kA

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Pagina 33 di 51

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

calcolo delle correnti capacitive con guasto in F6 (quadro MT)

correnti da valle											
ramo	L3	L4	L5		ramo	L6	L7		ramo		
Ic	7,542	13,254	5,268		Ic	15,222	13,542	0	Ic		Amp
Zc		665,33			Zc		602,87		Zc		ohm
Ic		26,064			Ic		28,764		Ic		Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2			ramo		
Ic	79,8	0	0	0	Ic	0	0	0	Ic		Amp
Zc		217,31			Zc				Zc		ohm
Ic		79,8			Ic		0		Ic		Amp
I _{C(F6)}		134,628									

calcolo delle correnti capacitive con guasto in F3 (si intende sulla linea MT derivata da CS)

correnti da valle											
ramo	L3	L4	L5		ramo	L7	L8	L9			
Ic	7,542	13,254	5,268		Ic	15,222	13,542	0			Amp
Zc		665,33			Zc		602,87				ohm
Ic		26,064			Ic		28,764				Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2					
Ic	79,8	0	0	0	Ic	0	0	0			Amp
Zc		217,31			Zc						ohm
Ic		79,8			Ic						Amp
I _{C(F6)}		134,628									

calcolo delle correnti capacitive con guasto in F4 (si intende sulla linea MT derivata da CS)

correnti da valle											
ramo	L3	L4	L5		ramo	L6	L7	L8	ramo		
Ic	7,542	13,254	5,268		Ic				Ic		Amp
Zc	665,33				Zc				Zc		ohm
Ic	26,064				Ic				Ic		Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2			ramo		
Ic	79,8	0	0	0	Ic	0	0	0	Ic		Amp
Zc		217,31			Zc				Zc		ohm
Ic		79,8			Ic				Ic		Amp
I _{C(F6)}		105,864									

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 34 di 51

calcolo delle correnti capacitive con guasto in F7 (si intende sulla linea MT derivata da S.S.)

correnti da valle										
ramo	L3	L4	L5		ramo	L6	L7	L8		
Ic	7,542	13,254	5,268		Ic	15,222	13,542	0		Amp
Zc	665,33				Zc	602,87				ohm
Ic	26,064				Ic	28,764				Amp
correnti da monte										
ramo	L1				ramo	L2				
Ic	0	0	0	0	Ic	0	0	0		Amp
Zc					Zc					ohm
Ic					Ic	0				Amp
Ic(F6)		54,828								

TABELLA RIASSUNTIVA CORRENTI SIMMETRICHE													
Guasto		I"k da valle		Ip da valle		I"k da monte		Ip da monte		I"k totale		Ip totale	
F6		7,98		17,23		4,88		12,13		12,86		29,36	
F9		5,438		12,046		5,679		15,036		11,12		27,08	

7.3. Trasformatore ausiliario Sottostazione

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)				
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_k E I_p TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTO STAZIONE				
PROGETTISTA	LINO PISTILLI			N° di iscrizione	227
				Collegio di Campobasso	

DATI TRASFORMATORE				
	T2			
Tipo	in resina			
Srt	160	KVA		KVA
Ukr	6,00	%		%
Pkr	2.800	Watt		Watt
Po	650	Watt		Watt
V2	30.000	Volt		Volt
V1	400	Volt		Volt
I1r	3,082852	Amp		Amp
I2r	231,2139	Amp		Amp

DATI IMPIANTO						
	L1/BT		FG16R16 06/1 KV	L9		RG7H1R 18/30 KV
Sez.	120	mm ²		70	mm ²	
n°//	1			1		
Lung.	40	mt		20	mt	
R 85°/Km	0,195	Ohm/Km		0,345	Ohm/Km	
X/Km	0,143	Ohm/Km		0,19	Ohm/Km	
R	0,0078	Ohm		0,0069	Ohm	
X	0,00572	Ohm		0,0038	Ohm	

Calcolo della potenza di corto circuito

$$\begin{aligned} S''_{kG} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{414,06 \text{ MVA}} \\ S''_{kR} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{294,75 \text{ MVA}} \\ S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kE} &= & \mathbf{708,81 \text{ MVA}} \end{aligned}$$

Il valore di resistenza e reattanza del cavo di collegamento trasformatore quadro generale sarà

$$Z_{L1} = R_{L1} + j X_{L1}$$

$$R_{L1/BT} = 7,800 \text{ m ohm}$$

$$X_{L1/BT} = 5,720 \text{ m ohm}$$

Determinazione delle impedenze di sequenza diretta.

Rete di alimentazione

$$Z_{Qt} = \frac{CQ U^2 n Q}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2 r} = 0,033383 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,033216$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,003338$$

Linea MT riportata al secondario

$$R''_{L9} = R_{LM} \cdot 1/tr^2 = 0,001387$$

$$X''_{L9} = X_{LM} \cdot 1/tr^2 = 0,001017$$

Trasformatore

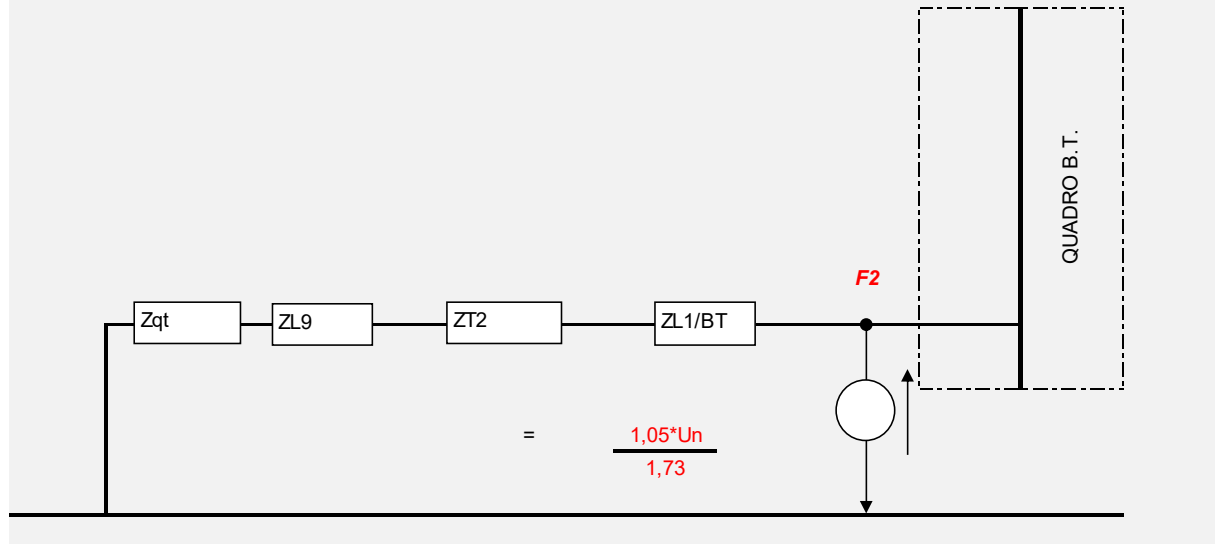
La reattanza equivalente riportata al secondario del TR 1 sarà :

$$Z_{T1} = \frac{UKrT1}{100\%} \times \frac{U^2_{rT1}}{S_{rT1}} = 60,000 \text{ m Ohm} \quad X_{T1} = Z^2_{T1} - R^2_{T1} = 57,404 \text{ m Ohm}$$

$$R_{T1} = \frac{Pkr}{3I^2_{rT1}} \quad R_{T1} = 17,459 \text{ m ohm}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''_k e I_p in caso di corto circuito simmetrico trifase nei punti di guasto F1, senza il contributo dei motori.

Calcolo della corrente di corto circuito in F-2 senza il contributo dei motori



$$Z_{kF2} = Z_{qt} + Z_{L9} + Z_{T2} + Z_{L1/BT}$$

scomponendo la precedente relazione nella parte reale ed immaginaria

avremo:

$$Z_{kF2} = R_{qt} + R_{L9} + R_{T2} + R_{L1/BT} + j(X_{qt} + X_{L9} + X_{T2} + X_{L1/BT})$$

$$Z_{kF2} = 25,2633 + j 63,1580 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 68,0233 \text{ m Ohm}$$

$$I''_{k(F2)} = \frac{c \cdot U_n}{1,73 \cdot Z_{kF2}} = 3,57 \text{ KA}$$

Calcolo della corrente di cresta $I_{p.c}$

Metodo della frequenza equivalente ($F_c = 20$ Hz) rif norm. CEI 11-25 par. 9.1.3.2

$$Z_{Qt,c} = \frac{CQ U^2 n_Q}{S'' k_Q} \times \frac{1}{t^2 r} = 3,28E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt,c} = 0,995 Z_{Qt} = 3,26695E-07$$

$$R_{Qt,c} = 0,100 Z_{Qt} = 8,20842E-08$$

$$Z_{T2,c} = 17,459 + j 57,4038 * 20/50 \text{ m Ohm} \quad 17,459 + j 22,96153 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{L1/BT,c} = 7,800 + j 5,720 * 20/50 \text{ m Ohm} \quad 7,800 + j 2,288 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{L9,c} = 0,001387 + j 0,001 * 20/52 \text{ m Ohm} \quad 0,001 + j 0,000407 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{kF2,c} = R_{qT,c} + R_{L9,c} + R_{T2,c} + R_{L1/BT,c} + j X_{qT,c} + X_{L9,c} + X_{T2,c} + X_{L1/BT,c}$$

$$Z_{kF2,c} = 25,2600 + j 25,2499 \text{ m Ohm}$$

$$R/X = R_c/X_c \times F_c/F_n = \frac{25,2600}{25,2499} \times \frac{20}{50} = 0,400159$$

$$X_c = 1.02 + 0,98 e^{-3 \cdot 0,44260815} \quad X_c = 1,3150$$

$$I_{p.c} = X_c \cdot \sqrt{2 \cdot I''_k} \quad I_{p.c} = 6,64 \text{ KA}$$

7.4. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario sottostazione

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)											
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_K E I_p DELLE UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTO STAZIONE											
PROGETTISTA	LINO PISTILLI								N° di iscrizione		227	
									Collegio di Campobasso			
Calcolo delle correnti di cortocircuito simmetriche 'UTENZE DERIVATE DA PC (Dati)												
Utenza	Q. comm. Sottocarico		pompa aggotaggio		quadro carica batterie		gruppo prese 1		gruppo prese 2		illuminazione esterna	
Item	Lb1.1		Lb1.2		Lb1.3		Lb1.4		Lb1.5		Lb1.6	
Sez.	4	mm ²	4	mm ²	4	mm ²	6	mm ²	6	mm ²	6	mm ²
n°//	1		1		1		1		1		1	
Lung.	50	mt	45	mt	25	mt	15	mt	15	mt	150	mt
R 85°/Km	5,900	Ohm/Km	5,900	Ohm/Km	5,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km
X/Km	0,129	Ohm/Km	0,129	Ohm/Km	0,129	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km
R	0,295	Ohm	0,2655	Ohm	0,1475	Ohm	0,0585	Ohm	0,0585	Ohm	0,585	Ohm
X	0,00645	Ohm	0,005805	Ohm	0,003225	Ohm	0,00183	Ohm	0,00183	Ohm	0,0183	Ohm



Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centracche(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

calcolo delle correnti di corto circuito nei sotto quadri derivati dal PC												
Utenza	Q. comm. Sottocarico		pompa aggotaggio		quadro carica batterie		gruppo prese 1		gruppo prese 2		illuminazione esterna	
Item	Lb1.1		Lb1.2		Lb1.3		Lb1.4		Lb1.5		Lb1.6	
Z _{kF1}	68,02	m ohm	68,02	m ohm	68,02	m ohm	68,02	m ohm	68,02	m ohm	68,02	m ohm
R _{kF1}	25,26	m ohm	25,26	m ohm	25,26	m ohm	25,26	m ohm	25,26	m ohm	25,26	m ohm
X _{kF1}	63,16	m ohm	63,16	m ohm	63,16	m ohm	63,16	m ohm	63,16	m ohm	63,16	m ohm
R	295	m ohm	265,5	m ohm	147,5	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	585	m ohm
X	6,45	m ohm	5,805	m ohm	3,225	m ohm	1,83	m ohm	1,83	m ohm	18,3	m ohm
calcolo della corrente di corto circuito simmetrico												
	Z _{kF1,1}		Z _{kF1,2}		Z _{kF1,3}		Z _{kF1,4}		Z _{kF1,5}		Z _{kF1,6}	
Z	327,741	m ohm	298,830	m ohm	185,078	m ohm	106,018	m ohm	106,018	m ohm	615,68	m ohm
	I'' _{kF1,1}		I'' _{kF1,2}		I'' _{kF1,3}		I'' _{kF1,4}		I'' _{kF1,5}		I'' _{kF1,6}	
I _{cc}	0,74	kA	0,81	kA	1,31	kA	2,29	kA	2,29	kA	0,39	kA
calcolo della corrente di corto circuito di picco												
R _{kF1,c}	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm
X _{kF1,c}	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm	25,263	m ohm
R _c	295	m ohm	265,5	m ohm	147,5	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	585	m ohm
X _c	2,58	m ohm	2,322	m ohm	1,29	m ohm	0,732	m ohm	0,732	m ohm	7,32	m ohm
	Z _{kF1,1,c}		Z _{kF1,1,c}		Z _{kF1,1,c}		Z _{kF1,1,c}		Z _{kF1,1,c}		Z _{kF1,1,c}	
Z _c	321,471	m ohm	292,069	m ohm	174,792	m ohm	87,704	m ohm	87,704	m ohm	611,13	m ohm
R/X	4,601	m ohm	4,216	m ohm	2,603	m ohm	1,289	m ohm	1,289	m ohm	7,492	m ohm
X _c	1,0200		1,0200		1,0204		1,0405		1,0405		1,0200	
I _p	1,07	kA	1,17	kA	1,89	kA	3,37	kA	3,37	kA	0,57	kA

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 41 di 51

7.5. Trasformatore ausiliario cabina di smistamento

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_K E I_p TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	227
		Collegio di Campobasso	

DATI TRASFORMATORE				
	T3			
Tipo	in resina			
Srt	100	KVA		KVA
Ukr	6,00	%		%
Pkr	1.800	Watt		Watt
Po	550	Watt		Watt
V2	30.000	Volt		Volt
V1	400	Volt		Volt
I1r	1,9267823	Amp		Amp
I2r	144,50867	Amp		Amp
DATI IMPIANTO				
	L1/BT		L10	
Sez.	95	mm ²	70	mm ²
n°//	1		1	
Lung.	20	mt	20	mt
R 85°/Km	0,248	Ohm/Km	0,345	Ohm/Km
X/Km	0,146	Ohm/Km	0,19	Ohm/Km
R	0,00496	Ohm	0,0069	Ohm
X	0,00292	Ohm	0,0038	Ohm

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Pagina 42 di 51

Calcolo della potenza di corto circuito

$$\begin{aligned} S''_{kG} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{414,06 \text{ MVA}} \\ S''_{kR} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{294,75 \text{ MVA}} \\ S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kE} &= & \mathbf{708,81 \text{ MVA}} \end{aligned}$$

Il valore di resistenza e reattanza del cavo di collegamento trasformatore quadro generale sarà

$$Z_{L1} = R_{L1} + j X_{L1}$$

$$R_{L1/BT} = 4,960 \text{ m ohm}$$

$$X_{L1/BT} = 2,920 \text{ m ohm}$$

Determinazione delle impedenze di sequenza diretta.

Rete di alimentazione

$$Z_{Qt} = \frac{CQ \cdot U^2 nQ}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2 r} = 0,033383 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,033216$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,003338$$

Linea MT riportata al secondario

$$R''_{L9} = R_{LM} \cdot 1/tr^2 = 0,000882$$

$$X''_{L9} = X_{LM} \cdot 1/tr^2 = 0,000519$$

Trasformatore

La reattanza equivalente riportata al secondario del TR 1 sarà :

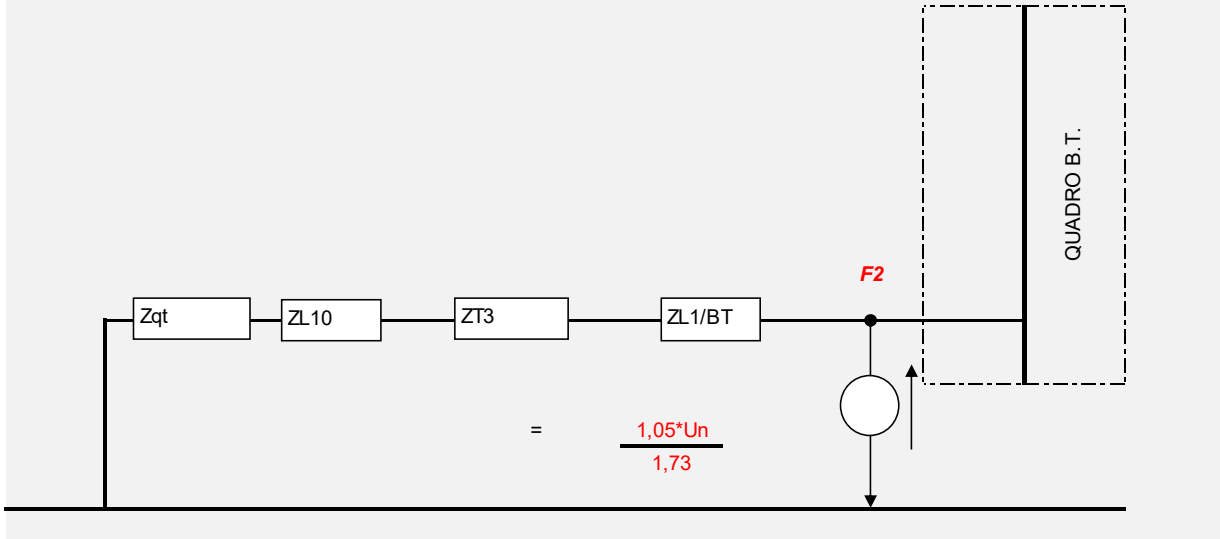
$$Z_{T1} = \frac{UKrT1}{100\%} \times \frac{U^2 rT1}{S_{rT1}} = 96,000 \text{ m Ohm}$$

$$X_{T1} = Z_{T1}^2 - R_{T1}^2 = 91,600 \text{ m Ohm}$$

$$R_{T1} = \frac{Pkr}{3I^2 rT1} \quad R_{T1} = 28,732 \text{ m ohm}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''_k e I_p in caso di corto circuito simmetrico trifase nei punti di guasto F1, senza il contributo dei motori.

Calcolo della corrente di corto circuito in F-2 senza il contributo dei motori



$$Z_{kF2} = Z_{qT} + Z_{L10} + Z_{T3} + Z_{L1/BT}$$

scomponendo la precedente relazione nella parte reale ed immaginaria

avremo:

$$Z_{kF2} = R_{qT} + R_{L10} + R_{T3} + R_{L1/BT} + j(X_{qT} + X_{L10} + X_{T3} + X_{L1/BT})$$

$$Z_{kF2} = 33,6961 + j 94,5533 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 100,3780 \text{ m Ohm}$$

$$I''_{k(F2)} = \frac{c \cdot U_n}{1,73 \cdot Z_{kF2}} = 2,42 \text{ KA}$$

Calcolo della corrente di cresta $I_{p.c}$

Metodo della frequenza equivalente ($F_c = 20$ Hz) rif norm. CEI 11-25 par. 9.1.3.2

$$Z_{Qt.c} = \frac{CQ U^2 \eta Q}{S'' k Q} \times \frac{1}{t^2 r} = 3,28E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt.c} = 0,995 Z_{Qt} = 3,26695E-07$$

$$R_{Qt.c} = 0,100 Z_{Qt} = 8,20842E-08$$

$$Z_{T2.c} = 28,732 + j 91,5996 * 20/50 \text{ m Ohm} = 28,732 + j 36,63983 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{L1/BT.c} = 4,960 + j 2,920 * 20/50 \text{ m Ohm} = 4,960 + j 1,168 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{L9.c} = 0,0008818 + j 0,001 * 20/52 \text{ m Ohm} = 0,001 + j 0,000208 \text{ m Ohm}$$

$$Z_{kF2.c} = R_{qT.c} + R_{L10.c} + R_{T3.c} + R_{L1/BT.c} + j X_{qT.c} + X_{L10.c} + X_{T3.c} + X_{L1/BT.c}$$

$$Z_{kF2.c} = 33,6927 + j 37,8080 \text{ m Ohm}$$

$$R/X = R_c/X_c \times F_c/F_n = \frac{33,6927}{37,8080} \times \frac{20}{50} = 0,356461$$

$$X_c = 1.02 + 0,98 e^{-3 \cdot 0,44260815} \quad X_c = 1,3564$$

$$I_{p.c} = X_c \cdot \sqrt{2 \cdot I''_k} \quad I_{p.c} = 4,64 \text{ KA}$$

7.6. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario di smistamento

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nei comuni di Centrache e Montepaone (CZ)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I''_K E I_p DELLE UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	227
		Collegio di Campobasso	

Calcolo delle correnti di cortocircuito simmetriche 'UTENZE DERIVATE DA PC (Dati) CABINA SMISTAMENTO										
Utenza	pompa aggottaggio		quadro carica batterie		gruppo prese 1		gruppo prese 2		UPS	
Item	Lb1.1		Lb1.2		Lb1.3		Lb1.4		20	
Sez.	4	mm ²	4	mm ²	6	mm ²	6	mm ²	6	mm ²
n°//	1		1		1		1		1	
Lung.	50	mt	20	mt	15	mt	15	mt	10	mt
R 85°/Km	5,900	Ohm/Km	5,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km	3,900	Ohm/Km
X/Km	0,129	Ohm/Km	0,129	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km	0,122	Ohm/Km
R	0,295	Ohm	0,118	Ohm	0,0585	Ohm	0,0585	Ohm	0,039	Ohm
X	0,00645	Ohm	0,00258	Ohm	0,00183	Ohm	0,00183	Ohm	0,00122	Ohm

calcolo delle correnti di corto circuito nei sotto quadri derivati dal PC CABINA SMISTAMENTO										
Utenza	pompa aggotaggio		quadro carica batterie		gruppo prese 1		gruppo prese 2		UPS	
Item	Lb1.1		Lb1.2		Lb1.3		Lb1.4		Lb1.5	
Z _{kF1}	100,37	m ohm	100,37	m ohm	100,37	m ohm	100,37	m ohm	100,37	m ohm
R _{kF1}	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm
X _{kF1}	94,55	m ohm	94,55	m ohm	94,55	m ohm	94,55	m ohm	94,55	m ohm
R	295	m ohm	118	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	39	m ohm
X	6,45	m ohm	2,58	m ohm	1,83	m ohm	1,83	m ohm	1,22	m ohm
calcolo della corrente di corto circuito simmetrico										
	Z _{kF1,1}		Z _{kF1,2}		Z _{kF1,3}		Z _{kF1,4}		Z _{kF1,5}	
Z	343,863	m ohm	180,126	m ohm	133,375	m ohm	133,375	m ohm	120,234	m ohm
	I'' _{kF1,1}		I'' _{kF1,2}		I'' _{kF1,3}		I'' _{kF1,4}		I'' _{kF1,5}	
I _{cc}	0,71	kA	1,35	kA	1,82	kA	1,82	kA	2,02	kA
calcolo della corrente di corto circuito di picco										
R _{kF1.c}	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm
X _{kF1.c}	37,819	m ohm	37,819	m ohm	37,819	m ohm	37,819	m ohm	37,819	m ohm
R _c	295	m ohm	118	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	39	m ohm
X _c	2,58	m ohm	1,032	m ohm	0,732	m ohm	0,732	m ohm	0,488	m ohm
	Z _{kF1,1.c}		Z _{kF1,1.c}		Z _{kF1,1.c}		Z _{kF1,1.c}		Z _{kF1,1.c}	
Z _c	331,169	m ohm	156,592	m ohm	99,931	m ohm	99,931	m ohm	82,171	m ohm
R _{/X}	3,254	m ohm	1,562	m ohm	0,957	m ohm	0,957	m ohm	0,759	m ohm
X _c	1,0201		1,0290		1,0756		1,0756		1,1205	
I _p	1,02	kA	1,96	kA	2,77	kA	2,77	kA	3,20	kA



7.7. Legenda simboli utilizzati come da norma cei

Simboli

A	Valore iniziale della componente aperiodica
c	Fattore di tensione
$cU_n/\sqrt{3}$	Sorgente di tensione equivalente (valore efficace)
E''	Tensione subtransitoria di una macchina sincrona
f	Frequenza (50 Hz o 60 Hz)
I_b	Corrente di cortocircuito simmetrica d'interruzione (valore efficace)
$I_{b\text{ asym}}$	Corrente di cortocircuito asimmetrica d'interruzione (valore efficace)
I_k	Corrente di cortocircuito permanente (valore efficace)
I_{kP}	Corrente di cortocircuito permanente ai terminali di un generatore a eccitazione "compound"
I''_k o I''_{k3}	Corrente di cortocircuito simmetrica iniziale (valore efficace)
I_{LR}	Corrente a rotore bloccato di un motore asincrono
i_{DC}	Componente aperiodica decrescente della corrente di cortocircuito
i_p	Valore di cresta della corrente di cortocircuito
K	Fattore di correzione delle impedenze
P_{KT}	Perdite totali degli avvolgimenti di un trasformatore alla corrente nominale
q	Fattore per il calcolo delle correnti d'interruzione dei motori asincroni
q_n	Sezione nominale
R o r	Resistenza, in valore assoluto o relativo
R_G	Resistenza fittizia di una macchina sincrona per il calcolo di I''_k e i_p
S''_k	Potenza di cortocircuito simmetrica iniziale (potenza apparente)
S_r	Potenza nominale apparente di un componente elettrico
t_f	Rapporto di trasformazione fittizio
t_{min}	Tempo minimo di ritardo
t_r	Rapporto di trasformazione nominale (commutatore di presa in posizione principale); $t_r \geq 1$
U_n	Tensione nominale tra fasi di una rete (valore efficace)
U_f	Tensione assegnata o nominale tra fasi di una rete (valore efficace)
u_{Kr}	Tensione di cortocircuito nominale, in percentuale
u_{Rr}	Tensione resistiva nominale, in percentuale
$\underline{U}_{(1)}, \underline{U}_{(2)}, \underline{U}_{(0)}$	Tensioni, di sequenza diretta, inversa e omopolare
X o x	Reattanza, in valore assoluto o relativo
X_d o X_q	Reattanza sincrona, in fase o in quadratura
X_{dP}	Reattanza fittizia di un alternatore a eccitazione "compound" durante un cortocircuito permanente ai terminali, quando si tenga conto dell'eccitazione
X''_d o X''_q	Reattanza subtransitoria di una macchina sincrona (valore alla saturazione), in fase o in quadratura
$X_{d\text{ sat}}$	Reciproco del rapporto di cortocircuito
Z o z	Impedenza, in valore assoluto o relativo
Z_k	Impedenza di cortocircuito di un sistema trifase in corrente alternata
$Z_{(1)}$	Impedenza di cortocircuito di sequenza diretta
$Z_{(2)}$	Impedenza di cortocircuito di sequenza inversa
$Z_{(0)}$	Impedenza di cortocircuito di sequenza omopolare
η	Rendimento dei motori asincroni
χ	Fattore relativo al calcolo del valore di cresta della corrente di cortocircuito
λ	Fattore relativo al calcolo della corrente di cortocircuito permanente
μ	Fattore relativo al calcolo delle correnti simmetriche d'interruzione di cortocircuito
μ_0	Permeabilità assoluta del vuoto...
ρ	Resistività
φ	Angolo di fase

Elaborato: **Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcoli correnti di corto circuito**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

Rev. 0 – 30 novembre 2022

Pagina 48 di 51

Indici inferiori

(1)	Componente di sequenza diretta
(2)	Componente di sequenza inversa
(0)	Componente di sequenza omopolare
f	Fittizio (fittizia)
k o k3	Cortocircuito trifase
k1	Cortocircuito monofase, fase-neutro o fase-terra
k2	Cortocircuito bifase isolato
k2E o kE2E	Cortocircuito bifase a terra, rispettivamente corrente di fase o corrente di terra
max	Massimo
min.	Minimo
n	Valore nominale del sistema (VEI 151-04-01)
r	Valore nominale (di targa) del macchinario e dell'apparecchiatura (VEI 151-04-03)
rsl	Risultante
t	Valore trasformato
AT	Trasformatore ausiliario
B	Sbarre colletttrici
E	Terra
F	Guasto, posizione di guasto
G	Generatore (alternatore)
HV	Alta tensione, avvolgimento ad alta tensione di un trasformatore
LV	Bassa tensione, avvolgimento a bassa tensione di un trasformatore
L	Linea (o fase)
LR	Rotore bloccato
L1,L2,L3	Fase 1,2,3 di un sistema trifase
M	Motore o gruppo di motori asincroni
M	Senza motore
MV	Media tensione, avvolgimento a media tensione di un trasformatore
N	Neutro di un sistema trifase in corrente alternata
P	Terminale, polo
PSU	Gruppo di produzione (alternatore e relativo trasformatore)
Q	Punto di connessione ad un'alimentazione
T	Trasformatore

Indici superiori

- ” Valore iniziale (subtransitorio)
- ’ Resistenza o reattanza per unità di lunghezza

