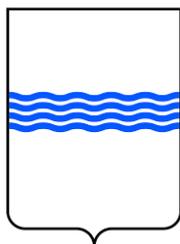


REGIONE BASILICATA

COMUNE DI ALIANO (MT)

Provincia MATERA



PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 6 AEROGENERATORI E DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcolo correnti di corto circuito

ELABORATO

A.9.1_R1

PROPONENTE:



SKI 04 s.r.l.

via Caradosso n.9
20123 - Milano
P.Iva 11479190966

PROGETTO E SIA:



ATECH srl

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

CONSULENZA:



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

Handwritten signature of the consultant.



SOLARITES s.r.l.

Piazza V. Emanuele II n.14
12073 - Ceva (CN)

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	22/07/2022	LP	LP	LP	Progetto Definitivo
0	13/05/2022	LP	LP	LP	Progetto Definitivo





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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 2 di 51



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>17</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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 3 di 51



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



Regione	<i>Basilicata</i>				
Comune	<i>ALIANO</i>				
Proponente	<i>SKI 04 S.R.L. via Caradosso n.9 Milano 20123 P.Iva 11479190966</i>				
Redazione Progetto elettrico	<i>Wire Studio Srls Via Corsica, 169 86039 – Termoli (Cb)</i>				
Documento	Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcolo correnti di corto circuito				
Revisione	<i>01</i>				
Emissione	<i>13 maggio 2022</i>				
Redatto	<i>Lino Pistilli</i>	Verificato	<i>A.A.</i>	Approvato	<i>O.T.</i>

Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Wire Studio Srls</i>
Verificato:	<i>Lino Pistilli</i>
Approvato:	<i>Lino Pistilli</i>



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 Aliano 39,6 MW"

Il parco eolico è situato in agro di ALIANO in Località "LE SERRE"

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 TERNA SS, la potenza del trasformatore installato sarà pari a 45 MVA

4.2. Campo eolico

Il campo eolico è composto da 2 gruppi comprendenti ognuno n° 3 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 4-6	MT	50/51/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Sbarra 30 KV	MT	59N

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 11 di 51



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 "Aliano" sito agro di Aliano in località Le Serre

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:

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 14 di 51



- 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 3400 A, che è pari a 4,7 volte la corrente nominale del trasformatore, pertanto l'intervento è assicurato solo nel caso in cui si verificano sovraccarichi, inoltre tale valore è superiore a 3278 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 5300 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:



- protezione generale:
 - F 51 = 953 Amp che rappresentano circa il 10% in più della corrente nominale del trasformatore con una caratteristica a tempo inverso ($K = 0,4$).
 - F 50 = 5000 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 = 800 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,3$)
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina CS angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ 3200 Amp pari a 4 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 500 ms (direzione del guasto verso CS)
- protezione linea L1 cabina CS:
 - F 51 = 800 Amp con una soglia di sovraccarico a tempo inverso ($K = 0,2$)
 - F 67 = direzione di intervento verso cabina SS angolo $90^\circ \pm 90^\circ$ 4800 Amp pari a 6 In del TA con una caratteristica a tempo definito pari a 250 ms (direzione del guasto verso SS)
- protezione linea L3, L6 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)

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 rinalzo 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 Aliano	
Setting Line	Protezione generale lato 30 kV					
Current Transformer	Current Primary	1250	Current Secondary	1	Ratio	1250
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	0,76	1250	953	0,3
3>>	51-2	Definite Time	4,00	1250	5000	0,75
3>>>	51-3	Definite Time	4,00	1250	5000	0,75
Setting Line	Linea 1 SS Verso CS					
Current Transformer	Current Primary	800	Current Secondary	1	Ratio	800
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	1,00	800	800	0,2
3>>	67-1	Definite Time	4,00	800	3200	0,5
3>>>	67-2	Definite Time	4,00	800	3200	0,5
Setting Line	Linea 1 CS da SS					
Current Transformer	Current Primary	800	Current Secondary	1	Ratio	800
IEC	ANSI	Operation Mode	Start Current	Current Transformer	Current	Operate Time Time Multiplier
3>	51-1	Inverse	1,00	800	800	0,2
3>>	67-1	Definite Time	6,00	800	4800	0,25
3>>>	67-2	Definite Time	6,00	800	4800	0,25

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

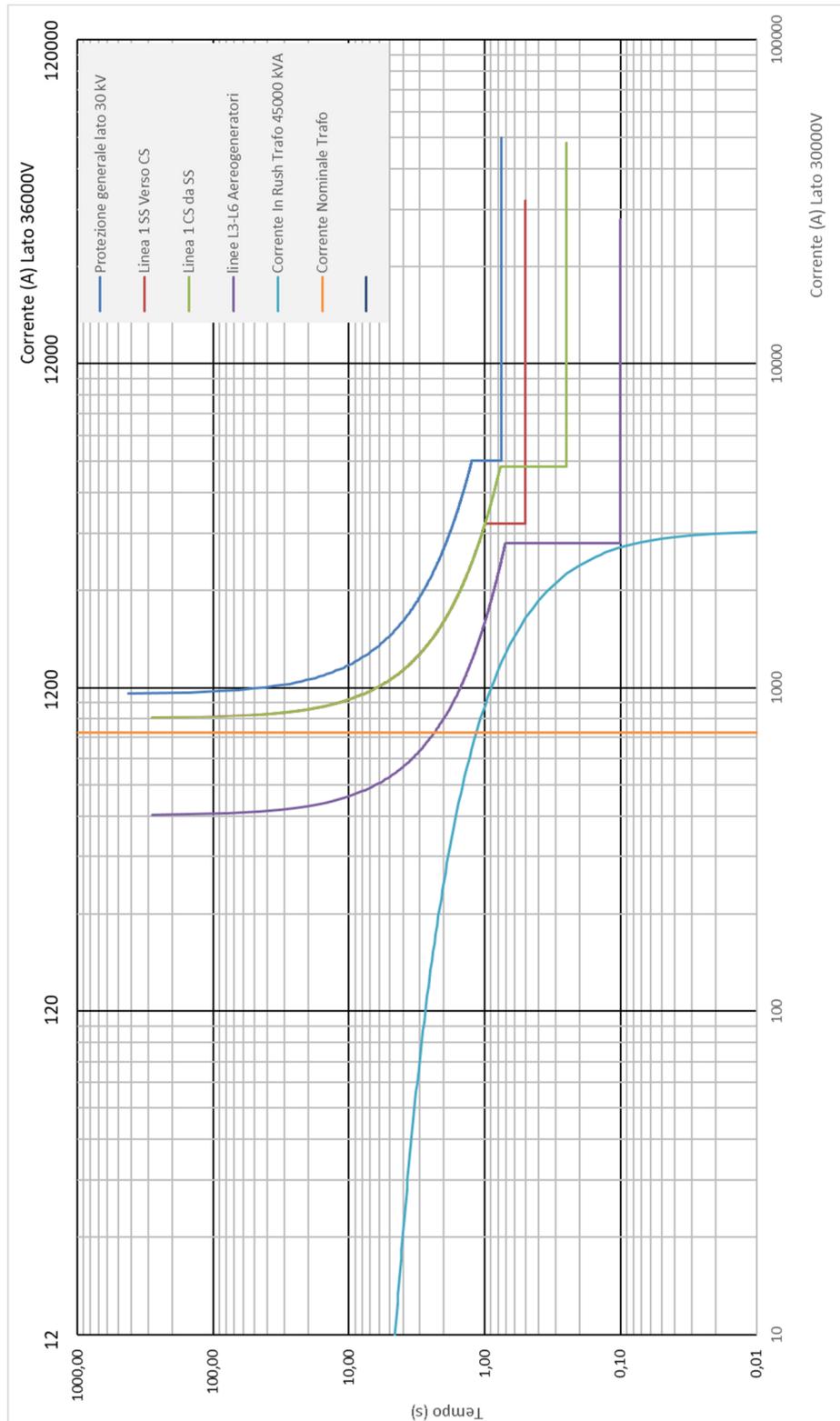
Pagina 19 di 51



Setting Line	linee L3-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	1	400	400	0,2
3>>	67-1	Definite Time	6	400	2800	0,1
3>>>	67-2	Definite Time	6	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	
Note						



6.1. Grafico Selettività



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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 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 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I ["] e I _p CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	
		Collegio di Campobasso	227

RETE AT 36 KV					
DATI RETE			DATI TRASFORMATORE		
			TR		
			Tipo	in olio	
Unq	36	KV	Srt	45 000	KVA
S ["] kq	1500	MVA	Ukr	12,00	%
Qc	1,1	%	Pkr	181080	Watt
Zqt	0,9504	ohm	Po	27662	Watt
Xqt	0,95	ohm	V2	36 000	Volt
Rqt	0,10	ohm	V1	30000	Volt
			I1r	722,54	Amp
			I2r	867,05	Amp

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 22 di 51



DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G6								TR1-TR6		
Tipo	Gamesa Siemens SG6,6-155							Tipo	in OLIO	
SrG	6600	KVA	cos fi	0,95				Srt	7500,00	KVA
U _{rg}	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	L8	
Sez.	630		300	300	300	300	300	300	mm ²
n°//	2		1	1	1	1	1	1	
Lung.	12000		400	1600	1120	530	1600	1040	mt
R 85°/Km	0,065		0,130	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	0,14	Ohm/Km
R	0,3894		0,052	0,208	0,1456	0,0689	0,208	0,1352	Ohm
X	0,96		0,056	0,224	0,1568	0,0742	0,224	0,1456	Ohm

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

Redazione:

Wire Studio Srls

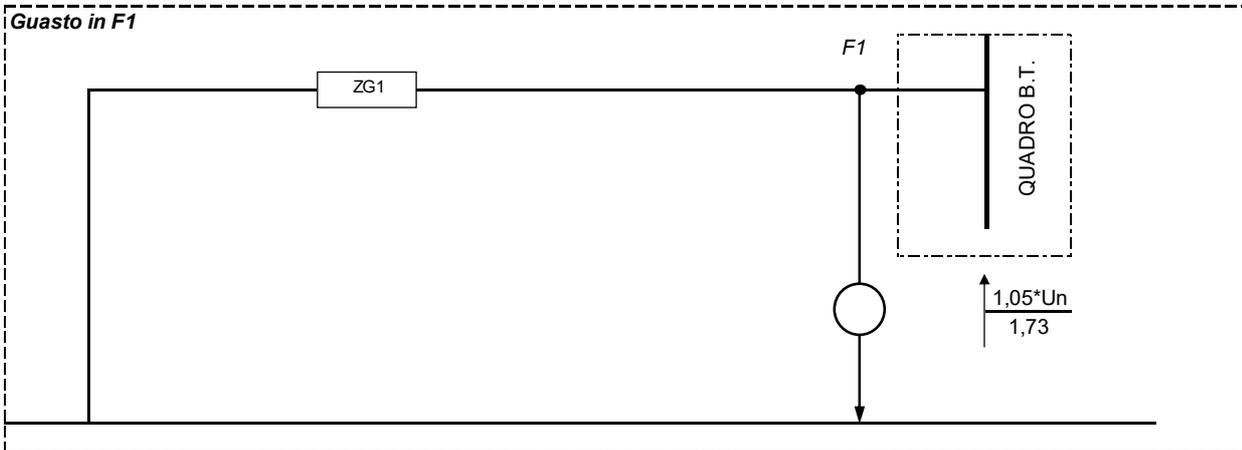
Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 23 di 51



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)

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

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

Calcolo della corrente di cresta I_p

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,1 \quad K = 1,7460$$

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

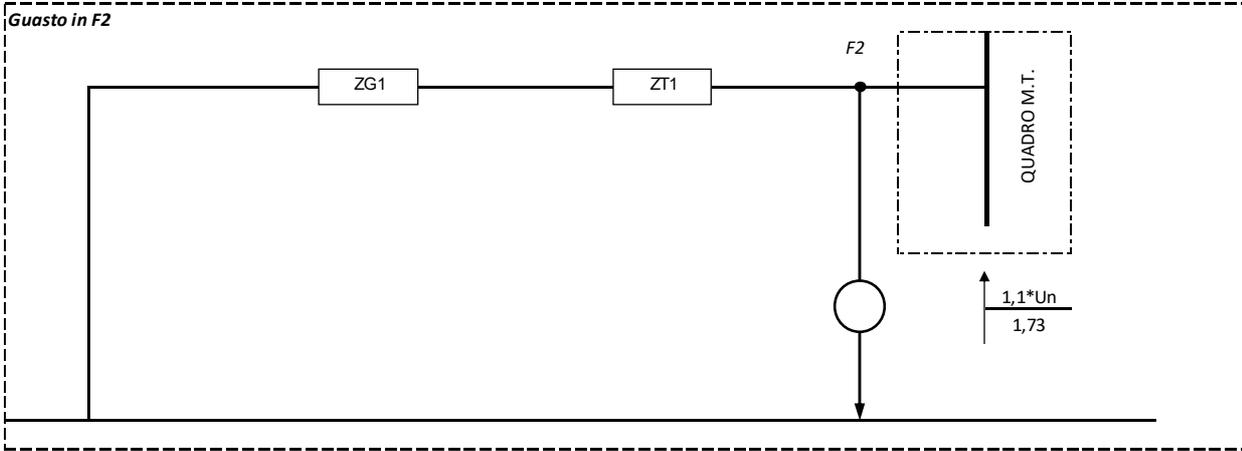
Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 24 di 51



Per maggiore comprensione vedi schema allegato



Trasformatore

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

$$Z_{2T1} = \frac{U_{krT1}}{100\%} \times \frac{U^2_{1-AT4}}{S_{rT1}} = 11400 \text{ mohm} \quad X_{2T1} = Z_{2T1}^2 - R_{2T1}^2 \quad X_{2T1} = 11320 \text{ m ohm}$$

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

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

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

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

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F2

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

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

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

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 25 di 51



Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F3 (correnti da valle) contributo del singolo ramo

	R	J X		R	J X		R	J X		mohm
G3	1349,17	11366	G2	1349,17	11366	G1	1349,17	11366		
L3	52	56	L3	52	56	L3	52	56		
			L4	208	224	L4	208	224		
						L5	145,6	156,8		
Z_{G3}	11507		Z_{G2}	11756		Z_{G1}	11932			
I''_{KG3(F3)}	1,6577		I''_{KG2(F3)}	1,6225		I''_{KG1(F3)}	1,5986			kA
I''_{KG3(F3)<}	1,3563		I''_{KG2(F3)<}	1,3275		I''_{KG1(F3)<}	1,3080			
R/X	0,1227		R/X	0,1382		R/X	0,1487			
K	1,6983		K	1,6674		K	1,6474			
	3,9812			3,8261			3,7244			
I_{PG3(F3)<}	3,2573		I_{PG2(F3)}	3,1305		I_{PG1(F3)}	3,0472			kA
I''_{KI(F3)}									4,8788	kA
I''_{KP(F3)}									11,5317	kA
I''_{KI(F3)<}									3,9918	kA
I''_{KP(F3)<}									9,4350	kA

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F4 (correnti da valle) contributo del singolo ramo

	R	J X		R	J X		R	J X		mohm
G4	1349,17	11366	G6	1349,17	11366	G5	1349,17	11366		
L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2		
			L7	208	224	L7	208	224		
						L8	135,2	145,6		
Z_{G4}	11527		Z_{G6}	11777		Z_{G5}	11940			
I''_{KG4(F4)}	1,6548		I''_{KG6(F4)}	1,6197		I''_{KG5(F4)}	1,5976			kA
	1,3539			1,3252			1,3071			
R/X	0,1240		R/X	0,1394		R/X	0,1491			
K	1,6957		K	1,6650		K	1,6465			
	3,9681			3,8141			3,7199			
I_{PG4(F4)}	3,2467		I_{PG6(F4)}	3,1206		I_{PG5(F4)}	3,0436			kA
I''_{KI(F4)}									4,8721	kA
I''_{KP(F4)}									9,4108	kA
I''_{KI(F4)<}									3,9862	kA
I''_{KP(F4)<}									9,4108	kA

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 26 di 51



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

corrente di cortocircuito simmetrica

$$I''_{kt(F6)} = I''_{kt(F3)} + I''_{kt(F4)} = 9,7509 \text{ kA val. max} \quad 7,9780 \text{ kA val. min.}$$

corrente di cortocircuito di picco

$$I''_{kp(F6)} = I''_{kp(F3)} + I''_{kp(F4)} = 20,9425 \text{ kA val. max} \quad 18,8458 \text{ kA val. min.}$$

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

$$S''_{kq(F6)} = 1,73 * U_{nq(F6)} * I''_{kt(F6)} = 506,07 \text{ MVA val. max} \quad 414,06 \text{ MVA val. min.}$$

$$Zqt_{(F6)} = \frac{C * Unq^2}{S''_{kq(F6)}} \quad 1,96 \text{ ohm} \quad 2,39 \text{ ohm}$$

$$Xqt_{(F6)} = 0,995 * Zqt \quad 1,95 \text{ ohm} \quad 2,38 \text{ ohm}$$

$$Rqt_{(F6)} = 0,100 * Zqt \quad 0,20 \text{ ohm} \quad 0,24 \text{ ohm}$$

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

$$Zt_{(F7)} = Zqt_{(F6)} + Z_{L1} \quad 2,96 \text{ ohm max.} \quad 3,40 \text{ ohm max.}$$

$$I''_{kt(F7)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F7)}} = 6,434 \text{ kA val. max} \quad 5,614 \text{ kA val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,2012841 \quad K = 1,5558$$

$$I_{p(F7)} = K * \sqrt{2 * I''_{kt(F7)}} = 14,156 \text{ kA val. max} \quad 12,352 \text{ kA val. min.}$$



calcolo delle correnti di cortocircuito in F10

Trasformatore

La reattanza equivalente del TR (36.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{krTR}}{100\%} \times \frac{U^2_{1-TR}}{S_{TR}} = 3,46 \text{ ohm} \quad X_{2TR} = Z_{2TR}^2 - R_{2TR}^2 \quad X_{2TR} = 3,45 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3I^2 r T1 * tr^2} = 0,12 \text{ mohm}$$

$$tr^2_{ZT(F9)} = tr^2 (R_{(F9)} + X_{(F9)}) = 0,56 + j \quad 3 \text{ mohm} \quad t_r^2 = 1,44$$

$$Z''_{TR} = (R_{TR} + X_{TR}) = 0,12 + j \quad 3,45 \text{ mohm}$$

$$Z_{(F10)} = 0,68 + j \quad 7 \text{ ohm} \quad Z''_{G1-T1} = 7 \text{ ohm}$$

Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F10

$$I''_{k(F10)} = \frac{c * U_n}{1,73 * Z_{(F10)}} = 3,279 \text{ KA}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0975342 \quad K = 1,7514$$

$$I_{P(F10)} = K * \sqrt{2} * I''_{k(F10)} = 8,121 \text{ KA}$$



7.2. Correnti da monte (contributo su rete MT)

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
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	45 000	KVA
S"qk	1500	MVA	S"qk	882	MVA	Ukr	12,00	%
Qc	1,1	%	Qc	1,1	%	Pkr	181080	Watt
Zqt	0,9504	ohm	Zqt	1,616	ohm	Po	27662	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	722,54	Amp
						I2r	867,05	Amp

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 29 di 51



DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G6								TR1-TR6		
Tipo	Gamesa Siemens SG6,6-155							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	300	mm ²
n°//	2	0	1	1	1	1	1	1	
Lung.	12000	0	400	1600	1120	530	1600	1040	mt
R 85°/Km	0,0649	0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	Ohm/Km
X/Km	0,16	0	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	Ohm/Km
R	0,3894	0	0,052	0,208	0,1456	0,0689	0,208	0,1352	Ohm
X	0,96	0	0,056	0,224	0,1568	0,0742	0,224	0,1456	Ohm
C/Km	0,36	0,36	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	mF
C	4,32	0	0,108	0,432	0,3024	0,1431	0,432	0,2808	mF
Ic	72	0	2,4	9,6	6,72	3,18	9,6	6,24	Amp

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 30 di 51



determinazione delle impedenze di sequenza diretta

La reattanza equivalente del TR (30.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{kTR}}{100\%} \times \frac{U^2 Z_{TR}}{S_{TR}} = 2,40 \text{ ohm} \quad X_{2TR} = Z_{TR}^2 - R_{2TR}^2 \quad X_{2TR} = 2,40 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3^2 r T_1 * tr^2} = 0,08 \text{ mohm}$$

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

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

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

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

calcolo delle correnti di cortocircuito in F9

$$Z_{t(F9)} = Z_{qt(F9)} + (Z_{TR}) \quad 3,06 \text{ ohm val max} \quad 3,52 \text{ ohm val min}$$

$$I''_{Kt(F9)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F9)}} = 6,236 \text{ KA val. max} \quad 4,92 \text{ KA val. min.} \quad I''_{K2t(F9)} = 5,394 \text{ KA val. max} \quad 4,259 \text{ KA val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0478797 \quad K = 1,8689$$

$$R/X = 0,0547674 \quad K = 1,8515$$

$$I_{P(F9)} = K * \sqrt{2 * I''_{Kt(F9)}} = 16,482 \text{ KA val. max} \quad 12,892 \text{ KA val. min.}$$

calcolo delle correnti di cortocircuito in F6

$$Z_{t(F6)} = Z_{qt(F9)} + Z_{TR} + Z_{L1} \quad 3,55 \text{ ohm val max} \quad 4,02 \text{ ohm val min}$$

$$I''_{Kt(F6)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F6)}} = 5,371 \text{ KA val. max} \quad 4,318 \text{ KA val. min.} \quad I''_{K2t(F6)} = 4,646 \text{ KA val. max} \quad 3,735 \text{ KA val. min.}$$

Calcolo della corrente di cresta Ip.c

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0964512 \quad K = 1,7538$$

$$R/X = 0,0969178 \quad K = 1,7527$$

$$I_{P(F9)} = K * \sqrt{2 * I''_{Kt(F9)}} = 13,320 \text{ KA val max} \quad 10,704 \text{ KA val min}$$

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 31 di 51



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}	80,29	2398,657	Z _{TR}	80,29	2398,6566	Z _{TR}	80,29	2398,657		
L1	194,7	480	L1	194,7	480	L1	194,7	480		
L3	52	56	L3	52	56	L3	52	56		
			L4	208	224	L4	208	224		
						L5	145,6	0,1568		
<hr/>										
Z _{T3(F2)}	3613		Z _{T2(F2)}	3862		Z _{T1(F2)}	3888			kA
I'' _{KT3(F2)}	5,2799		I'' _{KT2(F2)}	4,9387		I'' _{KT1(F2)}	4,9063			
R/X	0,1094		R/X	0,1575		R/X	0,1957			
K	1,7258		K	1,6309		K	1,5649			
I _{PT3(F2)}	12,8860		I _{PT2(F2)}	11,3910		I _{PT1(F2)}	10,8579		kA	
I'' _{K2T3(F2)} =	4,567		I'' _{K2T2(F2)} =	4,272		I'' _{K2T1(F2)} =	4,244		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	Z _{qt}	66,00	656,70		mohm
Z _{TR}	80,29	2398,657	Z _{TR}	80,29	2398,6566	Z _{TR}	80,29	2398,657		
L1	194,7	480	L1	194,7	480	L1	194,7	480		
L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2		
			L7	208	224	L7	208	224		
						L8	135,2	145,6		
<hr/>										
Z _{T4(F2)}	3633		Z _{T6(F2)}	3883		Z _{T5(F2)}	4050			kA
I'' _{KT4(F2)}	5,2509		I'' _{KT6(F2)}	4,9124		I'' _{KT5(F2)}	4,7102			
R/X	0,1136		R/X	0,1612		R/X	0,1893			
K	1,7171		K	1,6243		K	1,5754			
I _{PT4(F2)}	12,7507		I _{PT6(F2)}	11,2842		I _{PT5(F2)}	10,4943		kA	
I'' _{K2T4(F2)} =	4,542		I'' _{K2T6(F2)} =	4,249		I'' _{K2T5(F2)} =	4,074		kA	

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

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		mohm
Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84		
Z _{TR}	80,29	2398,657	Z _{TR}	80,29	2398,6566	Z _{TR}	80,29	2398,657		
L1	194,7	480	L1	194,7	480	L1	194,7	480		
L3	52	56	L3	52	56	L3	52	56		
			L4	208	224	L4	208	224		
						L5	145,6	0,1568		
Z _{T3(F2)}	4075		Z _{T2(F2)}	4324		Z _{T1(F2)}	4349			
I'' _{KT3(F2)}	4,2552		I'' _{KT2(F2)}	4,0102		I'' _{KT1(F2)}	3,9878		kA	
R/X	0,1084		R/X	0,1514		R/X	0,1854			
K	1,7279		K	1,6423		K	1,5819			
I _{PT3(F2)}	10,3982		I _{PT2(F2)}	9,3139		I _{PT1(F2)}	8,9211		kA	
I'' _{K2T3(F2)} =	3,681		I'' _{K2T2(F2)} =	3,469		I'' _{K2T1(F2)} =	3,449		kA	

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

	R	J X		R	J X		R	J X		mohm
Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84	Zqt	112,24	1116,84		
Z _{TR}	80,29	2398,657	Z _{TR}	80,29	2398,6566	Z _{TR}	80,29	2398,657		
L1	194,7	480	L1	194,7	480	L1	194,7	480		
L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2	L6	68,9	74,2		
			L7	208	224	L7	208	224		
						L8	135,2	145,6		
Z _{T4(F2)}	4095		Z _{T6(F2)}	4345		Z _{T5(F2)}	4511			
I'' _{KT4(F2)}	4,2345		I'' _{KT6(F2)}	3,9913		I'' _{KT5(F2)}	3,8444		kA	
R/X	0,1121		R/X	0,1547		R/X	0,1801			
K	1,7202		K	1,6362		K	1,5910			
I _{PT4(F2)}	10,3012		I _{PT6(F2)}	9,2354		I _{PT5(F2)}	8,6500		kA	
I'' _{K2T4(F2)} =	3,663		I'' _{K2T6(F2)} =	3,452		I'' _{K2T5(F2)} =	3,325		kA	

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: **SKI 04 Srl**

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 33 di 51



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

correnti da valle											
ramo	L3	L4	L5		ramo	L6	L7	L8	ramo		
Ic	2,4	9,6	6,72		Ic	3,18	9,6	6,24	Ic		Amp
Zc	926,34				Zc	911,73			Zc		ohm
Ic	18,72				Ic	19,02			Ic		Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2			ramo		
Ic	72	0	0	0	Ic	0	0	0	Ic		Amp
Zc	240,85				Zc				Zc		ohm
Ic	72				Ic	0			Ic		Amp
I _{C(F6)}					109,74						

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	2,4	9,6	6,72		Ic	3,18	9,6	6,24			Amp
Zc	926,34				Zc	911,73					ohm
Ic	18,72				Ic	19,02					Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2					
Ic	72	0	0	0	Ic	0	0	0			Amp
Zc	240,85				Zc						ohm
Ic	72				Ic						Amp
I _{C(F6)}					109,74						

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	2,4	9,6	6,72		Ic				Ic		Amp
Zc	926,34				Zc				Zc		ohm
Ic	18,72				Ic				Ic		Amp
correnti da monte											
ramo	I1				ramo	L2			ramo		
Ic	72	0	0	0	Ic	0	0	0	Ic		Amp
Zc	240,85				Zc				Zc		ohm
Ic	72				Ic				Ic		Amp
I _{C(F6)}					90,72						

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 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	2,4	9,6	6,72		Ic	3,18	9,6	6,24			Amp		
Zc	926,34				Zc	911,73					ohm		
Ic	18,72				Ic	19,02					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		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Ic(F6)</td> <td style="text-align: center;">37,74</td> </tr> </table>												Ic(F6)	37,74
Ic(F6)	37,74												

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		9,75		20,94		5,37		13,32		15,12		34,26
F9		6,434		14,156		6,236		16,482		12,67		30,64

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 35 di 51



7.3. Trasformatore ausiliario Sottostazione

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I _k E I _p TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTO STAZIONE		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	
		Collegio di Campobasso	227

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		RG7HIR 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	

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 36 di 51



Calcolo della potenza di corto circuito

$$\begin{aligned}
 S''_{kG} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{506,07 \text{ MVA}} \\
 S''_{kR} &= c \cdot U_n \cdot 1,73 \cdot I''_k &= & \mathbf{323,65 \text{ MVA}} \\
 S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kE} &= & \mathbf{829,72 \text{ MVA}}
 \end{aligned}$$

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

$$Z_{Qt} = \frac{CQ \cdot U^2 \eta Q}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2 r} = 0,028518 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,028376$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,002852$$

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 :

$$Z_{T1} = \frac{UKrT1}{100\%} \times \frac{U^2 T1}{S_{rT1}} = 60,000 \text{ m Ohm}$$

$$X_{T1} = Z_{T1}^2 - R_{T1}^2 = 57,404 \text{ m Ohm}$$

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: **SKI 04 Srl**

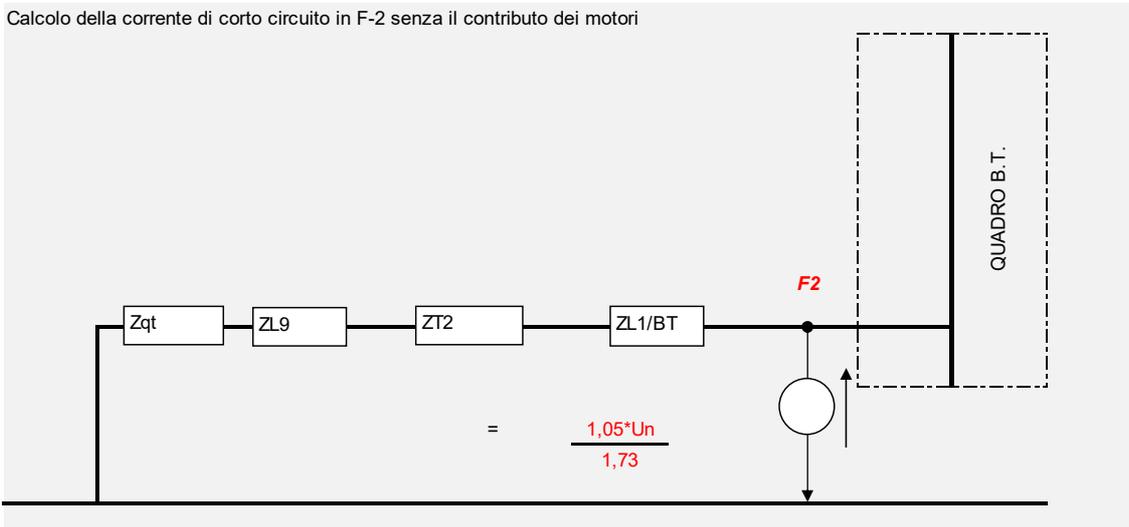
Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 37 di 51



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:

$$Z_{kF2} = R_{qt} + R_{L9} + R_{T2} + R_{L1/BT} + j(X_{qt} + X_{L9} + X_{T2} + X_{L1/BT1})$$

$$Z_{kF2} = 25,2628 + j 63,1532 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 68,0187 \text{ m Ohm}$$

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 38 di 51


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

$$Z_{Qt.c} = \frac{CQ U^2 n Q}{S^2 k Q} \times \frac{1}{f^2} = 2,8E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt.c} = 0,995 Z_{Qt} = 2,79085E-07$$

$$R_{Qt.c} = 0,100 Z_{Qt} = 7,0122E-08$$

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

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

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

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

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

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

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

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

-



7.4. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario sottostazione

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
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
			Collegio di Campobasso
			227

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 40 di 51



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}	63,15	m ohm	63,15	m ohm	63,15	m ohm	63,15	m ohm	63,15	m ohm	63,15	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	327,739	m ohm	298,828	m ohm	185,076	m ohm	106,014	m ohm	106,014	m ohm	615,67	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}	25,261	m ohm	25,261	m ohm	25,261	m ohm	25,261	m ohm	25,261	m ohm	25,261	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	292,068	m ohm	174,791	m ohm	87,703	m ohm	87,703	m ohm	611,13	m ohm
R/X	4,601	m ohm	4,217	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 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 41 di 51



7.5. Trasformatore ausiliario cabina di smistamento

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I" I_k E I_p TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO		
PROGETTISTA	LINO PISTILLI		N° di iscrizione
			Collegio di Campobasso
			227

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		FG16R16 06/1 KV	L10		RG7H1R 18/30 KV
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:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 42 di 51



Calcolo della potenza di corto circuito

$$\begin{aligned}
 S''_{kG} &= c^* U_n^* 1,73 I''_k &= & \mathbf{506,07 \text{ MVA}} \\
 S''_{kR} &= c^* U_n^* 1,73 I''_k &= & \mathbf{323,65 \text{ MVA}} \\
 S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kE} &= & \mathbf{829,72 \text{ MVA}}
 \end{aligned}$$

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

$$Z_{Qt} = \frac{CQ U^2 \eta Q}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2} = 0,028518 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,028376$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,002852$$

Linea MT riportata al secondario

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

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

Trasformatore

La reattanza equivalente riportata al secondario del TR 1 sarà :

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

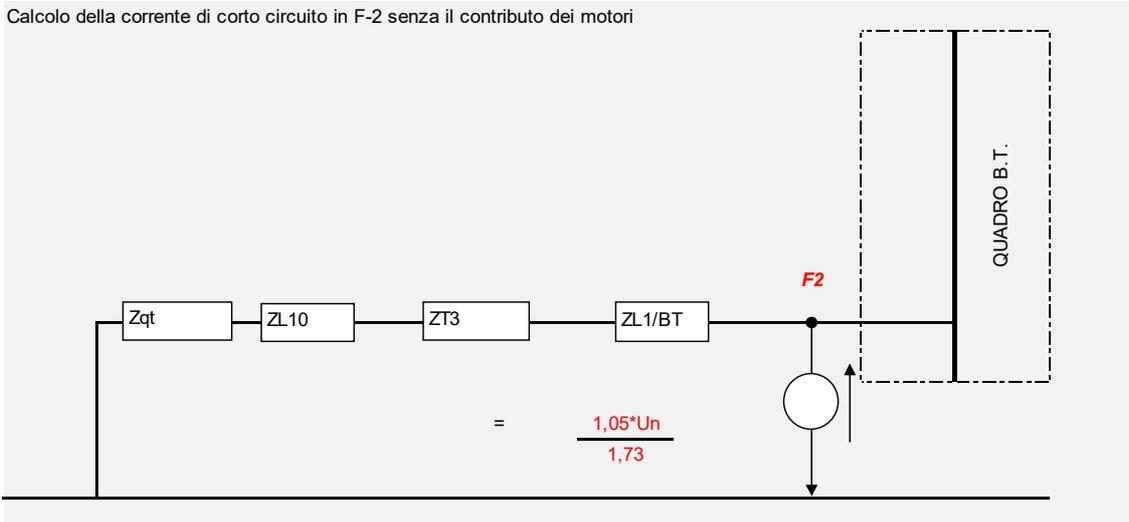
$$X_{T1} = Z_{T1}^2 - R_{T1}^2 = 91,600 \text{ m Ohm}$$

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



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:

$$Z_{kF2} = R_{qT} + R_{L10} + R_{T3} + R_{L1/BT} + j(X_{qT} + X_{L10} + X_{T3} + X_{L1/BT1})$$

$$Z_{kF2} = 33,6956 + j 94,5485 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 100,3733 \text{ m Ohm}$$

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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 44 di 51



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

$$Z_{Qt.c} = \frac{CQ U^2 \eta Q}{S'' k Q} \times \frac{1}{t^2} = 2,8E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt.c} = 0,995 Z_{Qt} = 2,79085E-07$$

$$R_{Qt.c} = 0,100 Z_{Qt} = 7,0122E-08$$

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

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

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

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

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

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

$$X_c = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot 0,44260815} \quad X_c = 1,3564$$

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



7.6. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario di smistamento

IMPIANTO :	Progetto di un impianto eolico costituito da 6 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
OGGETTO :	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I _n 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 aggotaggio		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 _l /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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 46 di 51



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
<i>calcolo della corrente di corto circuito simmetrico</i>										
	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
<i>calcolo della corrente di corto circuito di picco</i>										
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

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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 47 di 51



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)
$I_{b\ asym}$	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_{krT}	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_r	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
$X_{d\ sat}$	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
κ	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 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 48 di 51



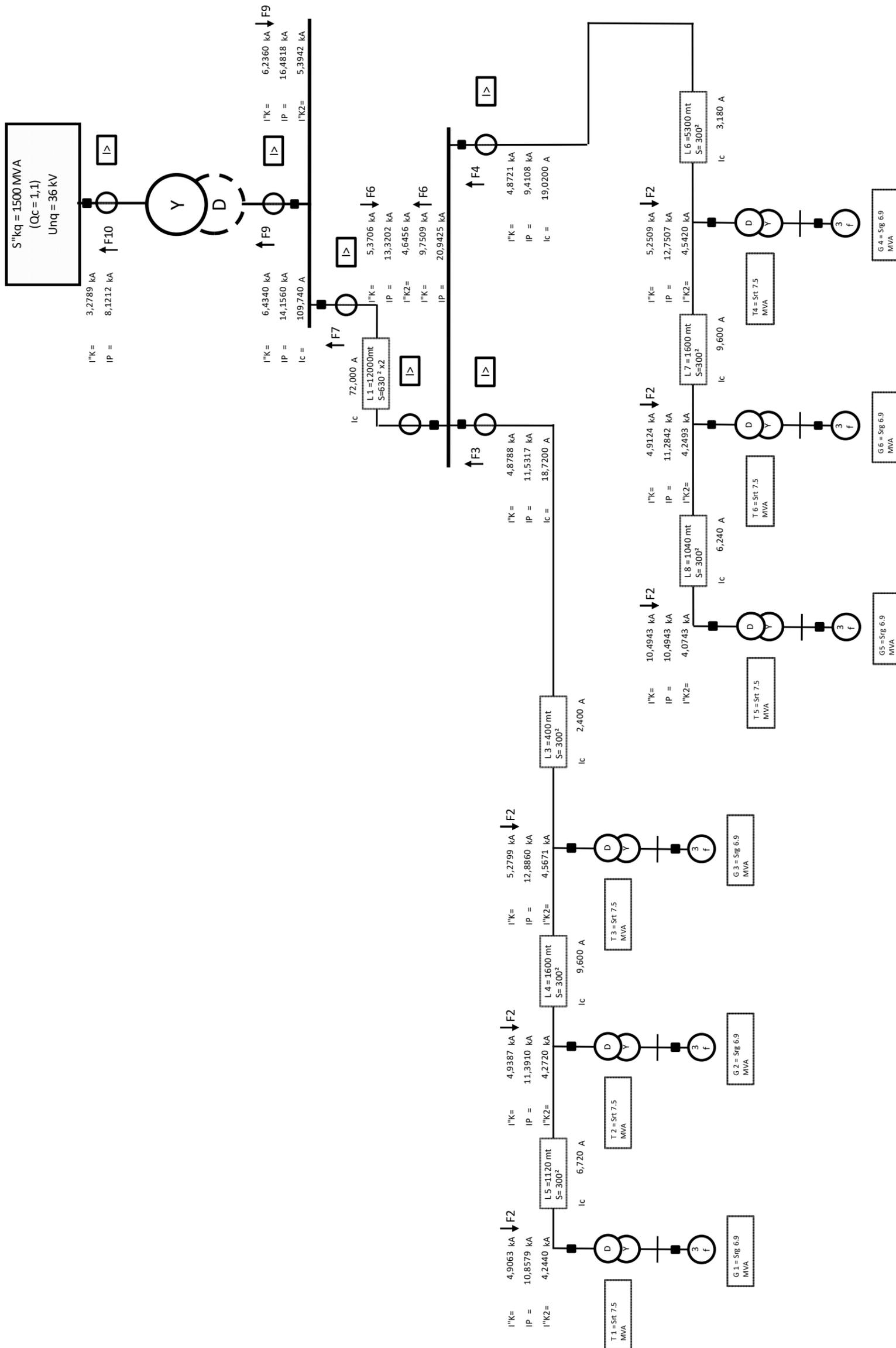
Indici inferiori

(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 collettrici
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
M̄	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

7.8. Schema unifilare semplificato con valori Max



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

Redazione:

Wire Studio Srls

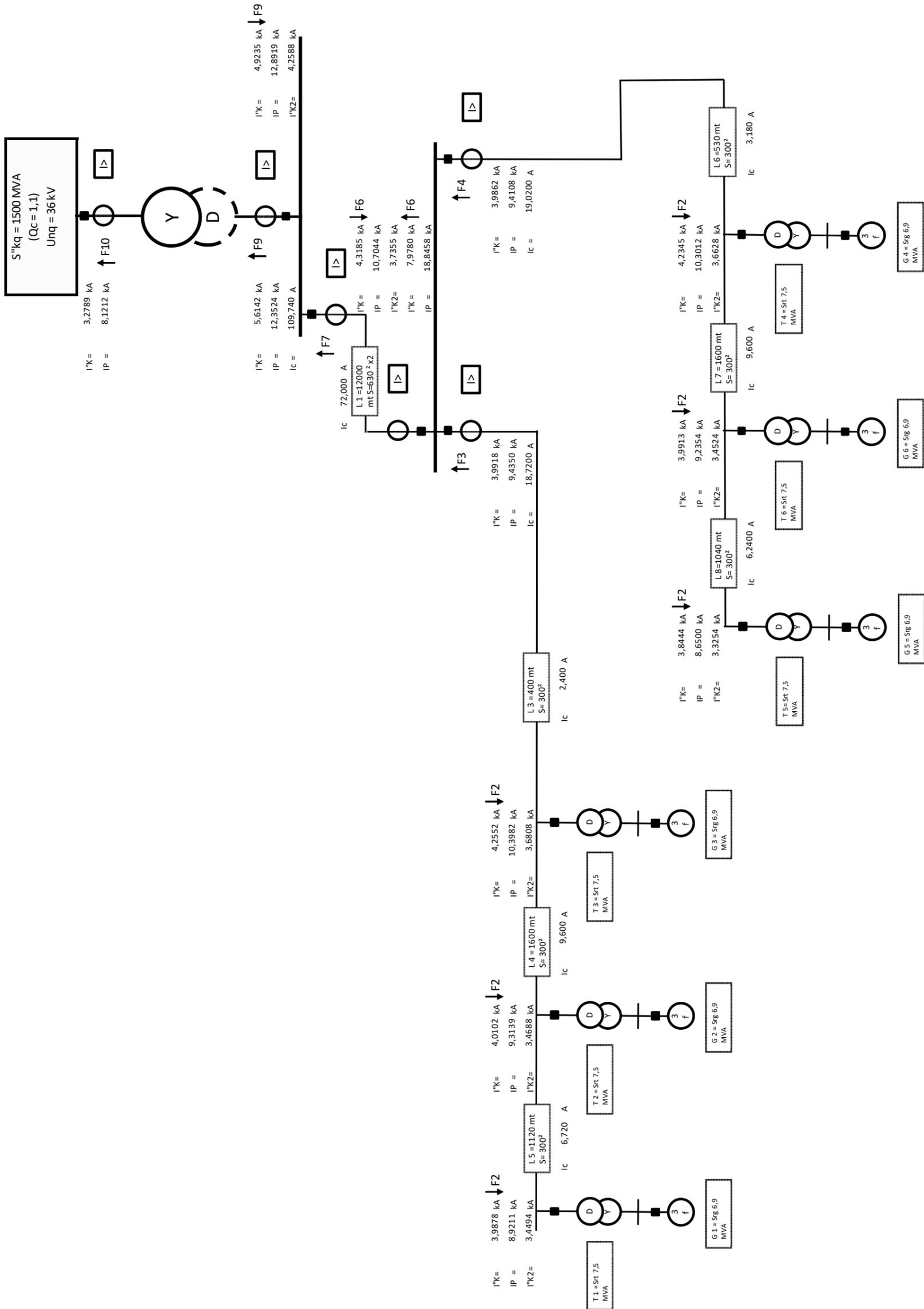
Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 50 di 51



7.9. Schema unifilare semplificato con valori Min



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

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – 22 luglio 2022

Pagina 51 di 51