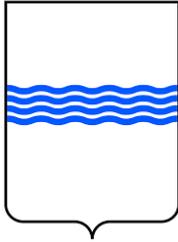


REGIONE BASILICATA

COMUNE DI ALIANO (MT)

PROVINCIA MATERA



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI E DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

**ID\_VIP:8890**

**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 11412940964  
CF 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

**Electro  
Technical  
Engineering**  
Consultancy & Projects



**SOLARITES s.r.l.**

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

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	APRILE 2024	P.P.	P.P.	P.P.	Riscontro nota MIC_SABAP-BAS 08/03/2024 0003002-P
0	GIUGNO 2022	P.P.	P.P.	P.P.	Progetto Definitivo



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

*Redazione:*

**Wire Studio Srls**

*Proponente: SKI 04 Srl*

*Rev. 1 – Aprile 2024*

*Pagina 2 di 40*



Indice

<b>1.INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.FONTI DI ALIMENTAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. LINEA ALIMENTAZIONE PRIMARIA</b>	<b>7</b>
<b>4.DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. SOTTOSTAZIONE</b>	<b>8</b>
<b>4.2. CAMPO EOLICO</b>	<b>8</b>
<b>4.3. SISTEMA DI PROTEZIONE</b>	<b>8</b>
<b>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</b>	<b>9</b>
<b>4.5. ELENCO RELÈ</b>	<b>10</b>
<b>5.STUDIO SELETTIVITA' E COORDINAMENTI.....</b>	<b>11</b>
<b>6.CALCOLO DELLE CORRENTI CAPACITIVE DEI CAVI E DIMENSIONAMENTO REATTORI</b>	<b>12</b>
<b>7.CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....</b>	<b>13</b>
<b>7.1. CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)</b>	<b>13</b>
<b>7.2. CORRENTI DA MONTE (CONTRIBUTO SU RETE MT)</b>	<b>20</b>
<b>7.3. TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTOSTAZIONE</b>	<b>27</b>
<b>7.4. UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTOSTAZIONE</b>	<b>31</b>
<b>7.5. TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO</b>	<b>33</b>
<b>7.6. UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO DI SMISTAMENTO</b>	<b>37</b>
<b>7.7. SCHEMA UNIFILARE SEMPLIFICATO CON VALORI MAX</b>	<b>39</b>
<b>7.8. SCHEMA UNIFILARE SEMPLIFICATO CON VALORI MIN</b>	<b>40</b>



Regione	<i>Basilicata</i>				
Comune	<i>ALIANO</i>				
Proponente	<i>SKI 04 S.R.L. via Caradosso n.9 Milano 20123 P.Iva 11412940964 CF 11479190966</i>				
Redazione Progetto elettrico	<i>Wire Studio Srls Via Corsica, 169 86039 – Termoli (Cb)</i>				
Documento	<b>Relazione tecnica Impianto Elettrico e Calcolo correnti di corto circuito</b>				
Revisione	<i>01</i>				
Emissione	<i>Aprile 2024</i>				
Redatto	<i>Lino Pistilli</i>	Verificato	<i>P.P.</i>	Approvato	<i>P.P.</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 33 MW"

Tutte le caratteristiche dei componenti e le sezioni saranno confermate nelle fasi più avanzate del progetto.

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

Il seguente studio definisce le tarature dei relè di alta e media tensione delle cabine presenti nell'impianto in oggetto, con lo scopo di coordinarne l'intervento.

Nello specifico i relè presi in esame riguarderanno:

- Sottostazione AT/MT;
- 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 ci 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 Linea ENEL 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	1500	MVA	Tempo di eliminazione del guasto	
Unq	36	kV		
I''k3 max		kA		sec
I''k1 max		kA		sec
I''k3 min		kA		sec
I''k1 min		kA		sec



## **4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA**

### **4.1. Sottostazione**

L'impianto sarà collegato alla rete di trasmissione nazionale, come da soluzione tecnica minima generale inviata da Terna, Codice Pratica 202002389, centrale collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata "Aliano".

Le particelle della SSU sono Foglio 45 P.IIa 234 del comune di Aliano (MT) e Foglio 23 P.IIa 1 del comune di Missanello (PZ)

### **4.2. Campo eolico**

Il campo eolico è composto da 2 gruppi comprendenti uno n° 2 aereogeneratori e l'altro n° 3 aereogeneratori, 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	
59Vo (soglia 2)	0.7Vo Max	0.1 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	



#### 4.5. Elenco relè

<b>Ubicazione</b>	<b>Elemento protetto</b>	<b>lato</b>	<b>Funzioni ANSI</b>
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	50/51/67/67N
Cabina CS (Quadro MT)	Arrivo Linea 1 quadro SS	MT	50/51/67/67N
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



## **5. STUDIO SELETTIVITA' E COORDINAMENTI**

Lo studio sarà realizzato in fase di progettazione esecutiva.



## 6. CALCOLO DELLE CORRENTI CAPACITIVE DEI CAVI E DIMENSIONAMENTO REATTORI

Sono state calcolate le correnti capacitive relative ai conduttori in Media tensione che compongono l'impianto elettrico denominato Aliano. Per la realizzazione dei calcoli si sono utilizzate le informazioni tecniche fornite dai costruttori di seguito allegate. Il dimensionamento del reattore è stato effettuato in maniera tale che non si verificano fenomeni di risonanza all'interno dell'impianto. Il valore della reattanza induttiva del reattore sarà inferiore al valore di reattanza capacitiva, in maniera tale che in caso di guasto fase terra circolino nell'impianto una corrente capacitiva in grado di fare intervenire le protezioni omopolari o direzionali di terra. In ogni caso il valore di corrente capacitiva a vuoto con l'effetto della compensazione del reattore garantirà che il valore di corrente capacitiva a vuoto sia inferiore al valore massimo interrotto dagli interruttori in media tensione

calcolo delle correnti capacitive nella rete in media tensione derivata dalla sotto stazione AT/MT										Calcolo della potenza reattiva per limitare le correnti capacitive						
posizione	identificazione	Uo/Uc kv	sez. cavo	cavi in //	capacità $\mu$ f/Km	lunghezza linee MT	corrente capacitiva	Capacità $\mu$ F	Reattanza Capacitiva ohm	1/Xc	Dati reattore			Calcoli		
1	L1 (SS - CS)	18/30	630	2	0,32	10012	34,89	6,40768	497,02	0,002012012	Identificazi	R1		Collegando in parallelo le due reattanze avremo		
2	L2 (CS-WT06)	18/30	300	1	0,24	965	1,26	0,2316	13750,92	7,27224E-05						
3	L3 (WT06-WT03)	18/30	300	1	0,24	1481	1,94	0,35544	8959,92	0,000111608	tipo	In olio		Xc	374,767 ohm	
4	L4 (CS-WT05)	18/30	300	2	0,24	1834	4,79	0,88032	3617,68	0,00027642						
5	L5 (WT05-WT02)	18/30	300	1	0,24	1553	2,03	0,37272	8544,52	0,000117034	SRT	1500	kVA	xI	600,00 ohm	
6	L6 (WT02-WT01)	18/30	300	1	0,24	1042	1,36	0,25008	12734,78	7,85251E-05						
7											V1	30000	Volt	xT	998,3476 ohm	
8																
9											Ir1	28,90	Amp.	C	3,189984 $\mu$ F	
10											Zr1	600	Ohm	Correnti capacitive con reattore in funzione		
Somma delle linee in MT installate							somma correnti capacitive Amp		somma cap.							
Mt							16887	Ic	46,27	Amp	48104,83	374,77				
<b>Calcolo della frequenza di risonanza</b>																
L = henry										1,91	Freq. di risonanza					
C = farad										0,00000850	HZ	39,51621				



## 7. CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

### 7.1. Correnti da monte (contributo su rete MT)

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO $I''_k$ E $I_p$ CORRENTI DA MONTE ( CONTRIBUTO SU RETE MT)		
<b>PROGETTISTA</b>	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	227
		Collegio di Campobasso	

RETE AT 36 KV					
DATI RETE			DATI TRASFORMATORE		
			TR		
			Tipo	in olio	
<i>Unq</i>	36	KV	<i>Srt</i>	50.000	KVA
<i>S''kq</i>	1250	MVA	<i>Ukr</i>	12,00	%
<i>Qc</i>	1,1	%	<i>Pkr</i>	120000	Watt
<i>Zqt</i>	1,14048	ohm	<i>Po</i>	30000	Watt
<i>Xqt</i>	1,13	ohm	V2	36.000	Volt
<i>Rqt</i>	0,11	ohm	V1	30000	Volt
			<i>I1r</i>	802,83	Amp
			<i>I2r</i>	963,39	Amp

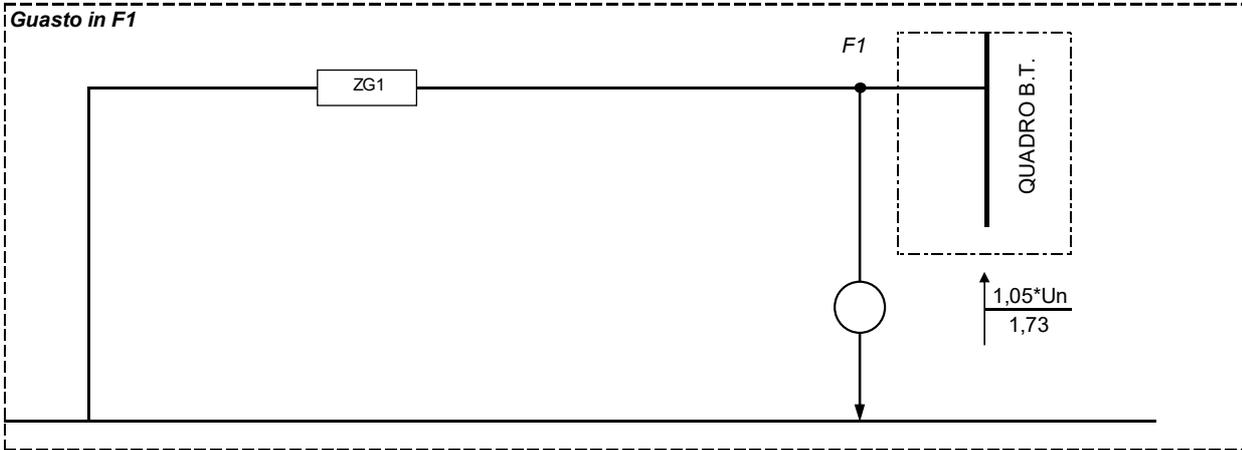


DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G5								TR1-TR5		
Tipo	Gamesa Siemens SG6,6-155							Tipo	in OLIO	
SrG	6600	KVA	cos fi	0,95				Srt	7500,00	KVA
U <sub>rG</sub>	690	Volt						Ukr	9,50	%
I <sub>rm</sub>	5529,03	Amp						Pkr	84.240	Watt
I <sub>lm</sub>	16,59	kA						Po	4800	Watt
I <sub>lm</sub> /I <sub>rm</sub>	3							V2	30.000	Volt
X <sub>m</sub>	0,995	Zm	0,024	ohm				V1	690	Volt
R <sub>m</sub>	0,10	X <sub>m</sub>	0,002	ohm				I1r	144,5087	Amp
Z <sub>m</sub>	0,024	ohm						I2r	6282,986	Amp

CAVO ARE4H1RX 18/30 KV										
I.D	L1		L2	L3	L4	L5	L6			0,1
Sez.	630		300	300	300	300	300	mm <sup>2</sup>		
n°//	2		1	1	2	1	1			
Lung.	10012		965	1481	1834	1553	1042	mt		
R 85°/Km	0,064		0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	Ohm/Km		
X/Km	0,1		0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	Ohm/Km		
R	0,320384		0,0965	0,1481	0,0917	0,1553	0,1042	Ohm		
X	0,5006		0,107115	0,164391	0,101787	0,172383	0,115662	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)

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

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

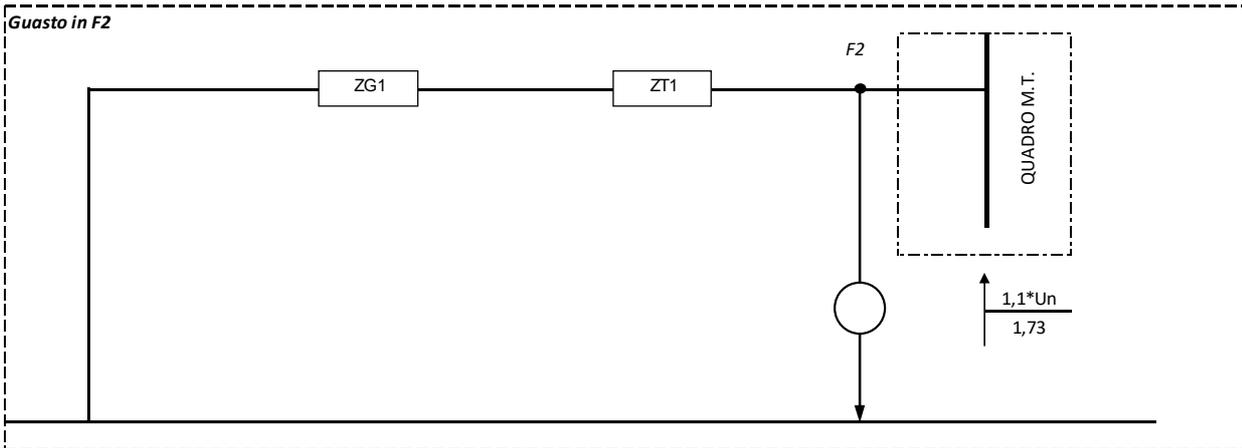
Calcolo della corrente di cresta  $I_p$

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

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



Per maggiore comprensione vedi schema allegato



**Trasformatore**

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

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

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

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

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

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

**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**

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

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

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

Redazione:

**Wire Studio Srls**

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – Aprile 2024

Pagina 16 di 40



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

	R	J X		R	J X					
<b>G6</b>	1349,17	11366	<b>G3</b>	1349,17	11366					
L2	96,5	107,115	L2	96,5	107,115					
			L3	148,1	164,391					
$Z_{G6}$	<b>11563</b>		$Z_{G3}$	<b>11746</b>						
$I''_{KG6(F3)}$	<b>1,6496</b>		$I''_{KG3(F3)}$	<b>1,6240</b>						
$I''_{KG6(F3)}$	<b>1,3497</b>		$I''_{KG3(F3)} <$	<b>1,3287</b>						
R/X	0,1260		R/X	0,1370						
K	1,6915		K	1,6698						
	<b>3,9461</b>			<b>3,8350</b>						
$I_{PG6(F3)} <$	<b>3,2286</b>		$I_{PG3(F3)}$	<b>3,1378</b>						
$I''_{K1(F3)}$								<b>3,2736</b>		kA
$I''_{KP(F3)}$								<b>7,7811</b>		kA
$I''_{K1(F3)} <$								<b>2,6784</b>		kA
$I''_{KP(F3)} <$								<b>6,3664</b>		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		
<b>G5</b>	1349,17	11366	<b>G2</b>	1349,17	11366	<b>G1</b>	1349,17	11366		
L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787		
			L5	155,3	172,383	L5	155,3	172,383		
						L6	104,2	115,662		
$Z_{G5}$	<b>11558</b>		$Z_{G2}$	<b>11749</b>		$Z_{G1}$	<b>11878</b>			
$I''_{KG5(F4)}$	<b>1,6504</b>		$I''_{KG2(F4)}$	<b>1,6236</b>		$I''_{KG1(F4)}$	<b>1,6059</b>			
	<b>1,3504</b>			<b>1,3284</b>			<b>1,3140</b>			
R/X	0,1256		R/X	0,1371		R/X	0,1446			
K	1,6922		K	1,6695		K	1,6550			
	<b>3,9498</b>			<b>3,8333</b>			<b>3,7587</b>			
$I_{PG5(F4)}$	<b>3,2317</b>		$I_{PG2(F4)}$	<b>3,1363</b>		$I_{PG1(F4)}$	<b>3,0753</b>			
$I''_{K1(F4)}$								<b>4,8800</b>		kA
$I''_{KP(F4)}$								<b>9,4433</b>		kA
$I''_{K1(F4)} <$								<b>3,9927</b>		kA
$I''_{KP(F4)} <$								<b>9,4433</b>		kA



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

**corrente di cortocircuito simmetrica**

$$I''_{kt(F6)} = I''_{kp(F3)} + I''_{kt(F4)} = 8,1536 \text{ kA val. max} \quad 6,6711 \text{ kA val. min.}$$

**corrente di cortocircuito di picco**

$$I''_{kp(F6)} = I''_{kp(F3)} + I''_{kp(F4)} = 17,2244 \text{ kA val. max} \quad 15,8097 \text{ kA val. min.}$$

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

$$S''_{kq(F6)} = 1,73 * U_{nq(F6)} * I''_{kt(F6)} = 423,17 \text{ MVA val. max} \quad 346,23 \text{ MVA val. min.}$$

$$Zqt_{(F6)} = \frac{C * Unq^2}{S''_{kq(F6)}} = 2,34 \text{ ohm} \quad 2,86 \text{ ohm}$$

$$Xqt_{(F6)} = 0,995 * Zqt = 2,33 \text{ ohm} \quad 2,85 \text{ ohm}$$

$$Rqt_{(F6)} = 0,100 * Zqt = 0,23 \text{ ohm} \quad 0,29 \text{ ohm}$$

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

$$Zt_{(F7)} = Zqt_{(F6)} + Z_{L1} = 2,88 \text{ ohm max.} \quad 3,40 \text{ ohm max.}$$

$$I''_{kt(F7)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F7)}} = 6,618 \text{ kA val. max} \quad 5,610 \text{ kA val. min.}$$

**Calcolo della corrente di cresta Ip.c**

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,195989 \quad K = 1,5643$$

$$I_{P(F7)} = K * \sqrt{2 * I''_{kt(F7)}} = 14,642 \text{ kA val. max} \quad 12,411 \text{ kA val. min.}$$



**calcolo delle correnti di cortocircuito in F10**

**Trasformatore**

La reattanza equivalente del TR (36.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{krTR}}{100\%} \times \frac{U^2_{1-TR}}{S_{TR}} = 3,11 \text{ ohm} \quad X_{2TR} = Z_{2TR}^2 - R_{2TR}^2 \quad X_{2TR} = 3,11 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3I^2_{rT1} \cdot tr^2} = 0,06 \text{ mohm}$$

$$tr^2_{ZT(F9)} = tr^2 (R_{(F9)} + X_{(F9)}) = 0,57 + j \quad 3,71 \text{ mohm} \quad t_r^2 = 1,44$$

$$Z''_{TR} = (R_{TR} + X_{TR}) = 0,06 + j \quad 3,11 \text{ mohm}$$

$$Z_{(F10)} = 0,63 + j \quad 7 \text{ ohm} \quad Z''_{G1-T1} = 7 \text{ ohm}$$

**Calcolo delle correnti di cortocircuito I''k in F10**

$$I''_{k(F10)} = \frac{c \cdot U_n}{1,73 \cdot Z_{(F10)}} = 3,341 \text{ KA}$$

**Calcolo della corrente di cresta Ip.c**

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R/X} \quad R/X = 0,09229 \quad K = 1,7630$$

$$I_{P(F10)} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{k(F10)} = 8,330 \text{ KA}$$



## 7.2. Correnti da monte (contributo su rete MT)

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO $I''_k$ E $I_p$ CORRENTI DA MONTE ( CONTRIBUTO SU RETE MT)		
<b>PROGETTISTA</b>	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	50.000	KVA
S''kq	1250	MVA	S''kq	882	MVA	Ukr	12	%
Qc	1,1	%	Qc	1,1	%	Pkr	120.000	Watt
Zqt	1,14048	ohm	Zqt	1,616	ohm	Po	30.000	Watt
Xqt	1,13	ohm	Xqt	1,61	ohm	V2	36.000	Volt
Rqt	0,11	ohm	Rqt	0,16	ohm	V1	30.000	Volt
						I1r	803	Amp
						I2r	963	Amp



DATI GENERATORI EOLICI IN BASSA TENSIONE								DATI TRASFORMATORE		
G1-G5								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
IIm	16,59	p.u						Po	4800	Watt
IIm/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 ARE4H1RX 18/30 KV									
I.D	L1		L2	L3	L4	L5	L6		
Sez.	630		300	300	300	300	300	mm <sup>2</sup>	
n°//	2		1	1	2	1	1		
Lung.	10012		965	1481	1834	1553	1042	mt	
R 85°/Km	0,064		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Ohm/Km	
X/Km	0,1		0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	Ohm/Km	
R	0,320384		0,0965	0,1481	0,0917	0,1553	0,1042	Ohm	
X	0,5006		0,107115	0,164391	0,101787	0,172383	0,115662	Ohm	
C/Km	0,32		0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	mF	
C	3,20384		0,2123	0,32582	0,40348	0,34166	0,22924	mF	
Ic	60,072		5,79	8,886	11,004	9,318	6,252	Amp	



**determinazione delle impedenze di sequenza diretta**

La reattanza equivalente del TR (30.000 Volt) sarà:

$$Z_{TR} = \frac{U_{kTR}}{100\%} \times \frac{U^2_{2TR}}{S_{TR}} = 2,16 \text{ ohm} \quad X_{2TR} = Z^2_{TR} - R^2_{2TR} \quad X_{2TR} = 2,16 \text{ ohm}$$

$$R_{2TR} = \frac{P_{kr}}{3I^2_r T1 * tr^2} = 0,04 \text{ mohm}$$

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

0,694444

$$Z_{qt(F9)} = \frac{C * Unq^2}{S''_{kq(F9)}} \times \frac{1}{t^2 r} \quad 0,79 \text{ ohm} \text{ val max} \quad 1,12 \text{ ohm} \text{ val min.}$$

$$X_{qt(F9)} = 0,995 * Z_{qt} \quad 0,788 \text{ ohm} \quad X_{qt(F9)} = 0,995 * Z_{qt} \quad 1,117 \text{ ohm}$$

$$R_{qt(F9)} = 0,100 * Z_{qt} \quad 0,079 \text{ ohm} \quad R_{qt(F9)} = 0,100 * Z_{qt} \quad 0,112 \text{ ohm}$$

**calcolo delle correnti di cortocircuito in F9**

$$Z_{t(F9)} = Z_{qt(F9)} + ( Z_{TR} ) \quad 2,95 \text{ ohm} \text{ val max} \quad 3,28 \text{ ohm} \text{ val min}$$

$$I''_{Kt(F9)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F9)}} = 6,466 \text{ KA} \text{ val. max} \quad I''_{K2t(F9)} = 5,593 \text{ KA} \text{ val. max}$$

$$I''_{Kt(F9)} = 5,29 \text{ KA} \text{ val. min.} \quad I''_{K2t(F9)} = 4,572 \text{ KA} \text{ val. min.}$$

**Calcolo della corrente di cresta Ip.c**

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0414905 \quad K = 1,8853$$

$$R/X = 0,0474125 \quad K = 1,8701$$

$$I_{P(F9)} = K * \sqrt{2 * I''_{Kt(F9)}} = 17,239 \text{ KA} \text{ val. max}$$

$$I_{P(F9)} = 13,980 \text{ KA} \text{ val. min.}$$

**calcolo delle correnti di cortocircuito in F6**

$$Z_{t(F6)} = Z_{qt(F9)} + Z_{TR} + Z_{L1} \quad 3,48 \text{ ohm} \text{ val max} \quad 3,81 \text{ ohm} \text{ val min}$$

$$I''_{Kt(F6)} = \frac{c * Un}{1,73 * Z''_{t(F6)}} = 5,487 \text{ KA} \text{ val. max} \quad I''_{K2t(F6)} = 4,746 \text{ KA} \text{ val. max}$$

$$I''_{Kt(F6)} = 4,555 \text{ KA} \text{ val. min.} \quad I''_{K2t(F6)} = 3,940 \text{ KA} \text{ val. min.}$$

**Calcolo della corrente di cresta Ip.c**

$$K = 1.02 + 0,98 e^{-3 * R/X} \quad R/X = 0,0883357 \quad K = 1,7719$$

$$R/X = 0,0894701 \quad K = 1,7693$$

$$I_{P(F9)} = K * \sqrt{2 * I''_{Kt(F9)}} = 13,749 \text{ KA} \text{ val max}$$

$$I_{P(F9)} = 11,397 \text{ KA} \text{ val min}$$



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

	R	J X		R	J X				mohm
Z <sub>qt</sub>	79,20	788,04	Z <sub>qt</sub>	79,20	788,04				
Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57				
L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3				
L2	96,5	107,115	L2	96,5	107,115				
			L3	148,1	164,391				
Z <sub>T3(F2)</sub>	<b>3327</b>		Z <sub>T2(F2)</sub>	<b>3509</b>					kA
I'' <sub>KT3(F2)</sub>	<b>5,7340</b>		I'' <sub>KT2(F2)</sub>	<b>5,4357</b>					
R/X	0,1147		R/X	0,1519					
K	1,7147		K	1,6413					
I <sub>PT3(F2)</sub>	<b>13,9050</b>		I <sub>PT2(F2)</sub>	<b>12,6169</b>					kA
I'' <sub>K2T3(F2)</sub> =	<b>4,960</b>		I'' <sub>K2T2(F2)</sub> =	<b>4,702</b>					kA

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

	R	J X		R	J X		R	J X	mohm
Z <sub>qt</sub>	79,20	788,04	Z <sub>qt</sub>	79,20	788,04	Z <sub>qt</sub>	79,20	788,04	
Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	
L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3	
L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787	
			L5	155,3	172,383	L5	155,3	172,383	
						L6	104,2	115,662	
Z <sub>T4(F2)</sub>	<b>3321</b>		Z <sub>T6(F2)</sub>	<b>3512</b>		Z <sub>T5(F2)</sub>	<b>3643</b>		kA
I'' <sub>KT4(F2)</sub>	<b>5,7441</b>		I'' <sub>KT6(F2)</sub>	<b>5,4311</b>		I'' <sub>KT5(F2)</sub>	<b>5,2357</b>		
R/X	0,1134		R/X	0,1525		R/X	0,1766		
K	1,7174		K	1,6402		K	1,5969		
I <sub>PT4(F2)</sub>	<b>13,9509</b>		I <sub>PT6(F2)</sub>	<b>12,5979</b>		I <sub>PT5(F2)</sub>	<b>11,8241</b>		kA
I'' <sub>K2T4(F2)</sub> =	<b>4,969</b>		I'' <sub>K2T6(F2)</sub> =	<b>4,698</b>		I'' <sub>K2T5(F2)</sub> =	<b>4,529</b>		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
Z <sub>qt</sub>	112,24	1116,84	Z <sub>qt</sub>	112,24	1116,84				
Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57				
L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3				
L2	96,5	107,115	L2	96,5	107,115				
			L3	148,1	164,391				
Z <sub>T3(F2)</sub>	<b>3657</b>		Z <sub>T2(F2)</sub>	<b>3839</b>					kA
I'' <sub>KT3(F2)</sub>	<b>4,7417</b>		I'' <sub>KT2(F2)</sub>	<b>4,5167</b>					
R/X	0,1134		R/X	0,1475					
K	1,7174		K	1,6496					
I <sub>PT3(F2)</sub>	<b>11,5167</b>		I <sub>PT2(F2)</sub>	<b>10,5372</b>					
I'' <sub>K2T3(F2)</sub> =	<b>4,102</b>		I'' <sub>K2T2(F2)</sub> =	<b>3,907</b>					

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

	R	J X		R	J X		R	J X	mohm
Z <sub>qt</sub>	112,24	1116,84	Z <sub>qt</sub>	112,24	1116,84	Z <sub>qt</sub>	112,24	1116,84	
Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	Z <sub>TR</sub>	43,10	2159,57	
L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3	L1	160,192	250,3	
L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787	L4	91,7	101,787	
			L5	155,3	172,383	L5	155,3	172,383	
						L6	104,2	115,662	
Z <sub>T4(F2)</sub>	<b>3651</b>		Z <sub>T6(F2)</sub>	<b>3842</b>		Z <sub>T5(F2)</sub>	<b>3973</b>		kA
I'' <sub>KT4(F2)</sub>	<b>4,7493</b>		I'' <sub>KT6(F2)</sub>	<b>4,5132</b>		I'' <sub>KT5(F2)</sub>	<b>4,3648</b>		
R/X	0,1122		R/X	0,1480		R/X	0,1702		
K	1,7198		K	1,6486		K	1,6081		
I <sub>PT4(F2)</sub>	<b>11,5514</b>		I <sub>PT6(F2)</sub>	<b>10,5227</b>		I <sub>PT5(F2)</sub>	<b>9,9263</b>		
I'' <sub>K2T4(F2)</sub> =	<b>4,108</b>		I'' <sub>K2T6(F2)</sub> =	<b>3,904</b>		I'' <sub>K2T5(F2)</sub> =	<b>3,776</b>		

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

Redazione:

**Wire Studio Srls**

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – Aprile 2024

Pagina 24 di 40



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

correnti da valle											
<b>ramo</b>	L2	L3			<b>ramo</b>	L4	L5	L6	<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	5,79	8,886			<b>Ic</b>	11,004	9,318	6,252	<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	1181,59				<b>Zc</b>	652,56			<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	14,676				<b>Ic</b>	26,574			<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
correnti da monte											
<b>ramo</b>	I1				<b>ramo</b>	L2			<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	60,072	0	0	0	<b>Ic</b>	0	0	0	<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	288,67				<b>Zc</b>				<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	60,072				<b>Ic</b>	0			<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>I<sub>C(F6)</sub></b>						101,322					

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

correnti da valle											
<b>ramo</b>	L2	L3			<b>ramo</b>	L4	L5	L6	<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	5,79	8,886			<b>Ic</b>	11,004	9,318	6,252	<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	1181,59				<b>Zc</b>	652,56			<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	14,676				<b>Ic</b>	26,574			<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
correnti da monte											
<b>ramo</b>	I1				<b>ramo</b>	L2			<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	60,072	0	0	0	<b>Ic</b>	0	0	0	<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	288,67				<b>Zc</b>				<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	60,072				<b>Ic</b>				<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>I<sub>C(F6)</sub></b>						101,322					

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

correnti da valle											
<b>ramo</b>	L3	L4	L5		<b>ramo</b>	L6	L7	L8	<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	5,79	8,886	0		<b>Ic</b>				<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	1181,59				<b>Zc</b>				<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	14,676				<b>Ic</b>				<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
correnti da monte											
<b>ramo</b>	I1				<b>ramo</b>	L2			<b>ramo</b>		
<b>Ic</b>	60,072	0	0	0	<b>Ic</b>	0	0	0	<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>Zc</b>	288,67				<b>Zc</b>				<b>Zc</b>		<b>ohm</b>
<b>Ic</b>	60,072				<b>Ic</b>				<b>Ic</b>		<b>Amp</b>
<b>I<sub>C(F6)</sub></b>						74,748					



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	5,79	8,886	0		Ic	11,004	9,318	6,252	Amp
Zc	1181,59				Zc	652,56			ohm
Ic	14,676				Ic	26,574			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 <sub>(F6)</sub>	41,25								

TABELLA RIASSUNTIVA CORRENTI SIMMETRICHE										
Guasto	I <sup>"k</sup> da valle	I <sub>p</sub> da valle	I <sup>"k</sup> da monte	I <sub>p</sub> da monte	I <sup>"k</sup> totale	I <sub>p</sub> totale				
F6	8,15	17,22	5,49	13,75	13,64	30,97				
F9	6,618	14,642	6,466	17,239	13,08	31,88				



### 7.3. Trasformatore ausiliario Sottostazione

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO $I''_k$ E $I_p$ TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTO STAZIONE		
<b>PROGETTISTA</b>	LINO PISTILLI	N° di iscrizione	
		Collegio di Campobasso	227

DATI TRASFORMATORE				
	T2			
<b>Tipo</b>	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		FG1GR16 0G/1 KV	L9		RG7H1R 18/30 KV
Sez.	120	mm <sup>2</sup>		70	mm <sup>2</sup>	
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 – Aprile 2024

Pagina 27 di 40



**Calcolo della potenza di corto circuito**

$$\begin{aligned}
 S''_{kG} &= c \cdot U_n^{*1,73} \cdot I''_k &= & \mathbf{423,17 \text{ MVA}} \\
 S''_{kR} &= c \cdot U_n^{*1,73} \cdot I''_k &= & \mathbf{335,58 \text{ MVA}} \\
 S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kR} &= & \mathbf{758,75 \text{ MVA}}
 \end{aligned}$$

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**

$$Z_{Qt} = \frac{CQ \cdot U_n^2}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2} = 0,031186 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,03103$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,003119$$

**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 :

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

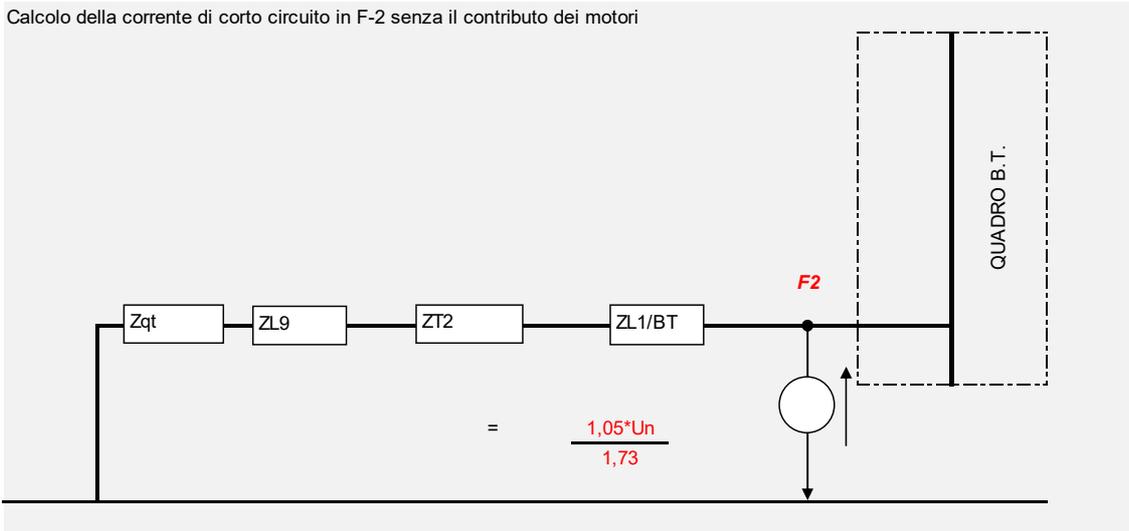
$$X_{T1} = Z_{T1}^2 - R_{T1}^2 = 57,404 \text{ m Ohm}$$

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



**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:

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

$$Z_{kF2} = 25,2631 + j 63,1559 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 68,0212 \text{ m Ohm}$$

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


**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**

$$Z_{Qt.c} = \frac{CQ U^2 nQ}{S^2 k Q} \times \frac{1}{f^2} = 3,07E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt.c} = 0,995 Z_{Qt} = 3,05192E-07$$

$$R_{Qt.c} = 0,100 Z_{Qt} = 7,66814E-08$$

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

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

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

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

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

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

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

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



### 7.4. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario sottostazione

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	<b>CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I" <math>I_k</math> E I<sub>p</sub> DELLE UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO SOTTO STAZIONE</b>		
<b>PROGETTISTA</b>	<b>LINO PISTILLI</b>	<b>N° di iscrizione</b>	<b>227</b>
		<b>Collegio di Campobasso</b>	

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 <sup>2</sup>	4	mm <sup>2</sup>	4	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>
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



<b>calcolo delle correnti di corto circuito nei sotto quadri derivati dal PC</b>												
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 <sub>kF1</sub>	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 <sub>kF1</sub>	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 <sub>kF1</sub>	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
<b>calcolo della corrente di corto circuito simmetrico</b>												
	Z <sub>kF1,1</sub>		Z <sub>kF1,2</sub>		Z <sub>kF1,3</sub>		Z <sub>kF1,4</sub>		Z <sub>kF1,5</sub>		Z <sub>kF1,6</sub>	
Z	327,740	m ohm	298,829	m ohm	185,077	m ohm	106,016	m ohm	106,016	m ohm	615,68	m ohm
	I'' <sub>kF1,1</sub>		I'' <sub>kF1,2</sub>		I'' <sub>kF1,3</sub>		I'' <sub>kF1,4</sub>		I'' <sub>kF1,5</sub>		I'' <sub>kF1,6</sub>	
I <sub>cc</sub>	0,74	kA	0,81	kA	1,31	kA	2,29	kA	2,29	kA	0,39	kA
<b>calcolo della corrente di corto circuito di picco</b>												
R <sub>kF1.c</sub>	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 <sub>kF1.c</sub>	25,262	m ohm	25,262	m ohm	25,262	m ohm	25,262	m ohm	25,262	m ohm	25,262	m ohm
R <sub>c</sub>	295	m ohm	265,5	m ohm	147,5	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	585	m ohm
X <sub>c</sub>	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 <sub>kF1,1.c</sub>		Z <sub>kF1,1.c</sub>		Z <sub>kF1,1.c</sub>		Z <sub>kF1,1.c</sub>		Z <sub>kF1,1.c</sub>		Z <sub>kF1,1.c</sub>	
Z <sub>c</sub>	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 <sub>c</sub>	1,0200		1,0200		1,0204		1,0405		1,0405		1,0200	
I <sub>p</sub>	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 – Aprile 2024

Pagina 32 di 40



### 7.5. Trasformatore ausiliario cabina di smistamento

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	<b>CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO I<sub>n</sub> E I<sub>p</sub> TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO</b>		
<b>PROGETTISTA</b>	<b>LINO PISTILLI</b>	<b>N° di iscrizione</b>	<b>227</b>
		<b>Collegio di Campobasso</b>	

DATI TRASFORMATORE			
	T3		
<b>Tipo</b>	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 <sup>2</sup>		70	mm <sup>2</sup>	
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	



#### Calcolo della potenza di corto circuito

$$\begin{aligned}
 S''_{kG} &= c^* U_n^* 1,73^* I''_k &= & \mathbf{423,17 \text{ MVA}} \\
 S''_{kR} &= c^* U_n^* 1,73^* I''_k &= & \mathbf{335,58 \text{ MVA}} \\
 S''_{kT} &= S''_{kG} + S''_{kE} &= & \mathbf{758,75 \text{ MVA}}
 \end{aligned}$$

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

$$Z_{L1} = R_{J1} + j X_{J1}$$

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

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

Determinazione delle impedenze di sequenza diretta.

#### Rete di alimentazione

$$Z_{Qt} = \frac{CQ U^2 \eta Q}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t^2} = 0,031186 \text{ m Ohm}$$

$$X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,03103$$

$$R_{Qt} = 0,100 Z_{Qt} = 0,003119$$

#### 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 :

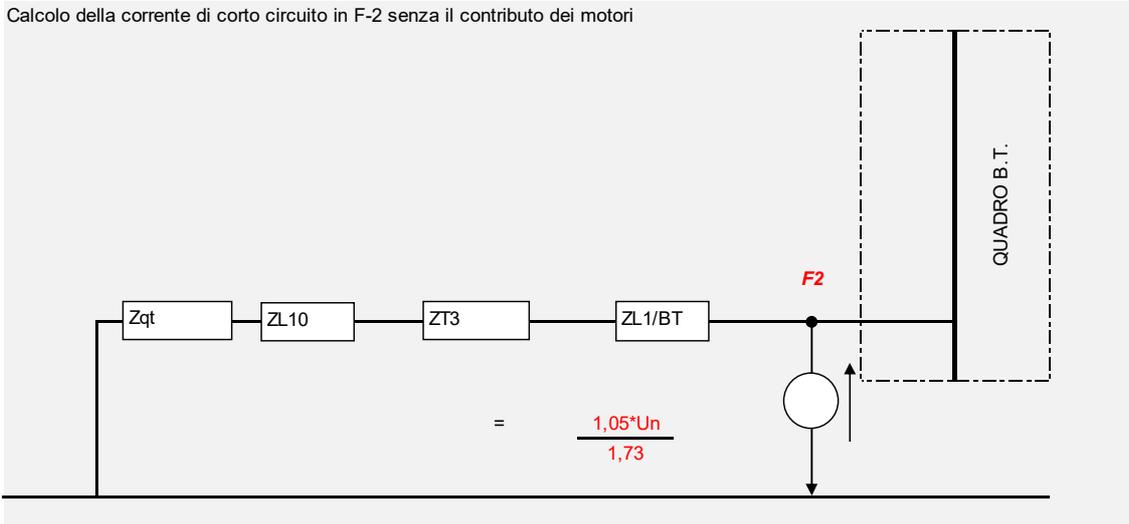
$$Z_{T1} = \frac{UKrT1}{100\%} \times \frac{U^2 rT1}{S_{rT1}} = 96,000 \text{ m Ohm} \quad X_{T1} = Z_{T1}^2 - R_{T1}^2 = 91,600 \text{ m Ohm}$$

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



**Calcolo delle correnti di cortocircuito I<sup>k</sup> e I<sub>p</sub> 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:

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

$$Z_{kF2} = 33,6958 + j 94,5511 \text{ m ohm}$$

$$Z_{kF2} = 100,3759 \text{ m Ohm}$$

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


**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**

$$Z_{Qt.c} = \frac{CQ U^2 \eta Q}{S^2 k Q} \times \frac{1}{t^2} = 3,07E-07 \text{ m Ohm} \quad X_{Qt.c} = 0,995 Z_{Qt} = 3,05192E-07$$

$$R_{Qt.c} = 0,100 Z_{Qt} = 7,66814E-08$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{p.c} = X_c * \sqrt{2 * I^* k} \quad I_{p.c} = 4,64 \text{ KA}$$



### 7.6. Utenze derivate dal trasformatore ausiliario di smistamento

<b>IMPIANTO :</b>	Progetto di un impianto eolico costituito da 5 turbine da realizzarsi nel comune di Aliano (Mt)		
<b>OGGETTO :</b>	CALCOLO CORRENTI DI CORTO CIRCUITO $I''_k$ E $I_p$ DELLE UTENZE DERIVATE DAL TRASFORMATORE AUSILIARIO CABINA DI SMISTAMENTO		
<b>PROGETTISTA</b>	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 <sup>2</sup>	4	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>	6	mm <sup>2</sup>
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



<b>calcolo delle correnti di corto circuito nei sotto quadri derivati dal PC CABINA SMISTAMENTO</b>										
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 <sub>kF1</sub>	100,38	m ohm	100,38	m ohm	100,38	m ohm	100,38	m ohm	100,38	m ohm
R <sub>kF1</sub>	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm	33,70	m ohm
X <sub>kF1</sub>	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
<b>calcolo della corrente di corto circuito simmetrico</b>										
	Z <sub>kF1,1</sub>		Z <sub>kF1,2</sub>		Z <sub>kF1,3</sub>		Z <sub>kF1,4</sub>		Z <sub>kF1,5</sub>	
Z	343,864	m ohm	180,128	m ohm	133,377	m ohm	133,377	m ohm	120,236	m ohm
	I'' <sub>kF1,1</sub>		I'' <sub>kF1,2</sub>		I'' <sub>kF1,3</sub>		I'' <sub>kF1,4</sub>		I'' <sub>kF1,5</sub>	
I <sub>cc</sub>	0,71	kA	1,35	kA	1,82	kA	1,82	kA	2,02	kA
<b>calcolo della corrente di corto circuito di picco</b>										
R <sub>kF1,c</sub>	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm	33,696	m ohm
X <sub>kF1,c</sub>	37,820	m ohm	37,820	m ohm	37,820	m ohm	37,820	m ohm	37,820	m ohm
R <sub>c</sub>	295	m ohm	118	m ohm	58,5	m ohm	58,5	m ohm	39	m ohm
X <sub>c</sub>	2,58	m ohm	1,032	m ohm	0,732	m ohm	0,732	m ohm	0,488	m ohm
	Z <sub>kF1,1,c</sub>		Z <sub>kF1,1,c</sub>		Z <sub>kF1,1,c</sub>		Z <sub>kF1,1,c</sub>		Z <sub>kF1,1,c</sub>	
Z <sub>c</sub>	331,169	m ohm	156,592	m ohm	99,932	m ohm	99,932	m ohm	82,172	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 <sub>c</sub>	1,0201		1,0290		1,0756		1,0756		1,1205	
I <sub>p</sub>	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:

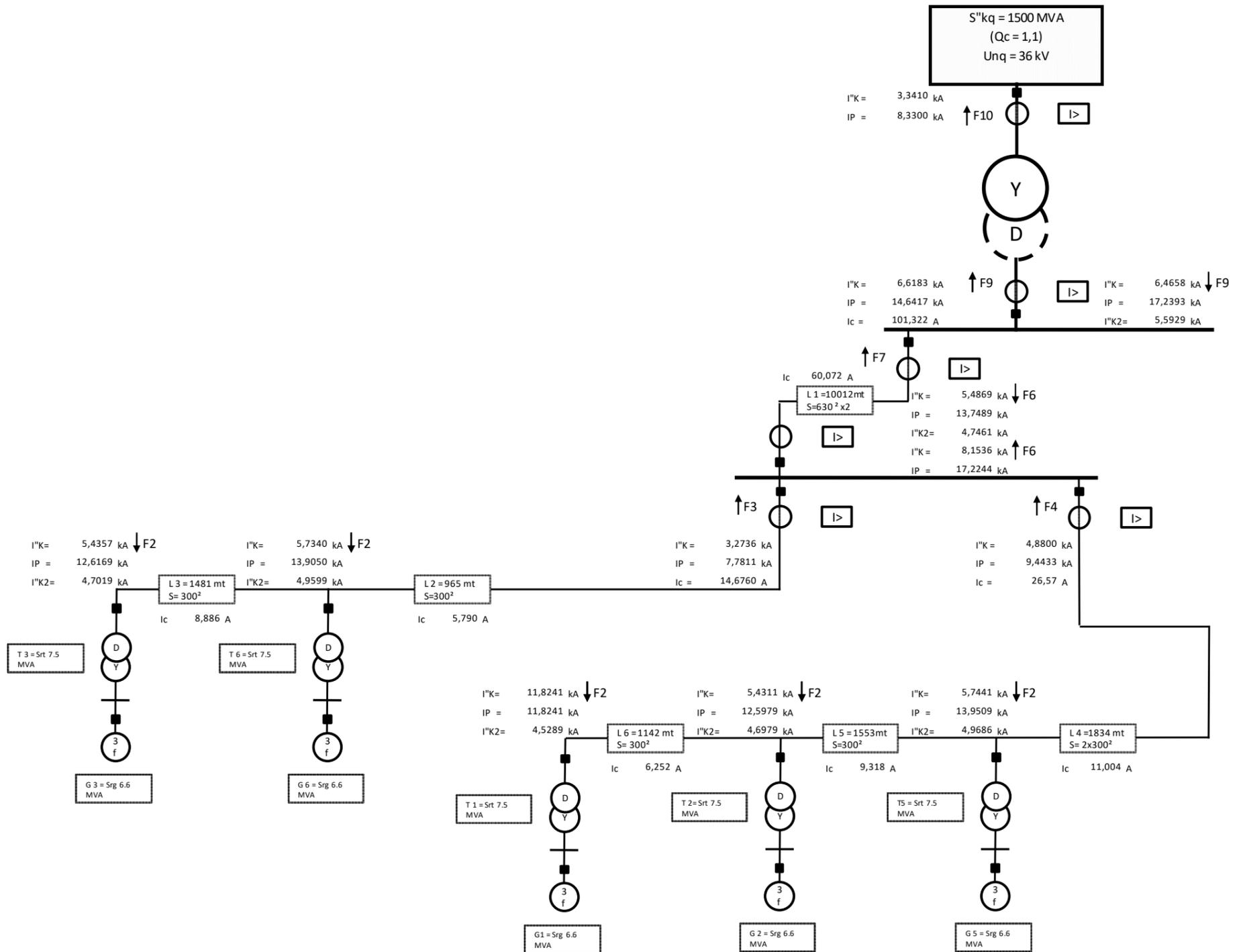
**Wire Studio Srls**

Proponente: SKI 04 Srl

Rev. 1 – Aprile 2024

Pagina 38 di 40

**7.7. Schema unifilare semplificato con valori Max**





**7.8. Schema unifilare semplificato con valori Min**

