

Classe	3 ^a Elettronici
Materia	T.D.P.
Argomento	Impianti elettrici

Esercizio

Sia dato un carico trifase alimentato a tensione nominale $V = 380V$ avente potenza $P = 5kW$ e $\cos\varphi = 0,8$.

Se la distanza del carico dal punto di consegna dell'energia è pari a 150m, determinare la sezione che deve avere la linea affinché la caduta di tensione sia inferiore a 10V.



La caduta di tensione ΔV su una linea è data da:

$$\Delta V = \frac{\Delta U \cdot l \cdot I}{1000} \quad (1)$$

dove:

Grandezza	Descrizione	U.M.
ΔU	Caduta di tensione unitaria	$\frac{mV}{A \cdot m}$
l	Lunghezza della linea	m
I	Corrente di linea	A

La corrente di linea si ricava dall'espressione della potenza attiva per i carichi trifase:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (2)$$

da cui

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad (3)$$

Sostituendo i valori si ottiene:

$$I = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \cong 9,50 \text{ A} \quad (4)$$

Nota la corrente di linea, grazie alla (1) è possibile determinare la caduta di tensione unitaria:

$$\Delta V = \frac{\Delta U \cdot l \cdot I}{1000} < 10 \text{ V} \quad (5)$$

ovvero

$$\Delta U < \frac{10 \cdot 1000}{l \cdot I} = \frac{10000}{150 \cdot 9,50} = 7,02 \frac{\text{mV}}{\text{A} \cdot \text{m}} \quad (6)$$

Possiamo adesso determinare la sezione dei cavi della linea. Si potrebbe fare ricorso alla tabella UNEL 35023-70 che fornisce direttamente le cadute di tensione unitarie in funzione della sezione e dal tipo di cavo oppure ricavare la caduta di tensione unitaria dall'espressione seguente dalla quale la stessa tabella UNEL deriva:

$$\Delta U = k(R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \quad (7)$$

dove R è il valore della resistenza chilometrica del cavo alla temperatura di 80°C, X è la reattanza chilometrica del cavo calcolata per ogni fase alla frequenza di 50Hz e k è un coefficiente che vale:

$$k = 2 \quad \text{per le linee monofase}$$

$$k = \sqrt{3} \quad \text{per le linee trifase}$$

I valori di R ed X variano con la sezione ma è possibile utilizzare i seguenti valori medi:

$$R = \frac{22,5 \frac{\Omega}{\text{km}}}{S}$$

dove S è la sezione del cavo e

$$X = 0,1 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Sapendo inoltre che

$$\text{sen}\varphi = \sqrt{1 - (\text{cos}\varphi)^2}$$

allora la (7) diventa

$$\Delta U = k \left(\frac{22,5}{S} \cdot \text{cos}\varphi + 0,1 \cdot \sqrt{1 - (\text{cos}\varphi)^2} \right) \quad (8)$$

con pochi passaggi si può allora ricavare la sezione S dalla (8)

$$S = \frac{22,5 \cdot \text{cos}\varphi}{\frac{\Delta U}{k} - 0,1 \cdot \sqrt{1 - (\text{cos}\varphi)^2}} \quad (9)$$

sostituendo nella (9) i valori noti si ottiene:

$$S = \frac{22,5 \cdot 0,8}{\frac{7,02}{\sqrt{3}} - 0,1 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2}} = \frac{18}{3,993} \cong 4,5 \text{mm}^2 \quad (10)$$

Il cavo che più si avvicina al valore trovato è quello che ha sezione nominale di 6mm^2 per il quale si ottiene una caduta unitaria pari a:

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\frac{22,5}{6} \cdot 0,8 + 0,1 \cdot \sqrt{0,36} \right) = 5,3 \frac{\text{mV}}{\text{A} \cdot \text{m}} \quad (11)$$

Sostituendo tale valore nella (5) si ottiene una caduta di tensione:

$$\Delta V = \frac{5,3 \cdot 150 \cdot 9,50}{1000} = 7,55 \text{V} \quad (12)$$

inferiore al valore di 10V imposto dal problema. In definitiva il cavo da utilizzare dovrà essere del tipo

$$n \times S = 3 \times 6 \text{mm}^2$$

www.carlocaledo.it