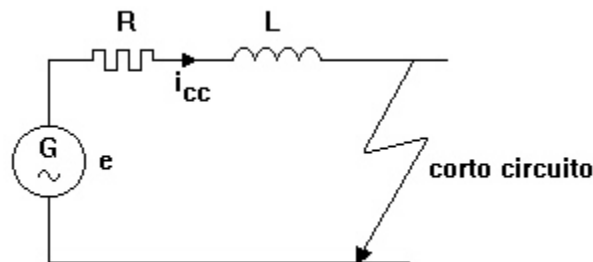


Enrico Biagi

CORTOCIRCUITO

31 August 2004

La corrente di corto circuito può essere determinata considerando il seguente circuito:



Applicando il secondo principio di Kirchhoff relativo alle maglie (uguaglianza fra f.e.m. e cadute di tensione), si ottiene l'equazione elettrica del circuito:

$$e + e_L = R \cdot i_{cc}$$

dove:

- e = f.e.m. fornita dal generatore
- e_L = f.e.m. di autoinduzione nell'induttanza L
- $R \cdot i_{cc}$ = caduta di tensione sulla resistenza R prodotta dalla corrente di corto circuito i_{cc}

Essendo:

$$e = \sqrt{2} \cdot E \cdot \sin \omega t$$

$$e_L = -L \cdot \frac{di_{cc}}{dt}$$

si ottiene:

$$\sqrt{2} \cdot E \cdot \sin \omega t - L \cdot \frac{di_{cc}}{dt} = R \cdot i_{cc}$$

e quindi:

$$\sqrt{2} \cdot E \cdot \sin \omega t = L \cdot \frac{di_{cc}}{dt} + R \cdot i_{cc}$$

La risoluzione della precedente equazione differenziale fornisce la corrente di corto circuito in funzione del tempo: $i_{cc} = f(t)$.

Essa è costituita da due componenti:

- una **permanente simmetrica**, variabile con legge sinusoidale, di ampiezza pari a $\sqrt{2} \cdot I_{cc}$ e pulsazione ω :

$$i_s = \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin(\omega t - \varphi_{cc})$$

- una **transitoria unidirezionale**, decrescente nel tempo con legge esponenziale:

$$i_u = \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin \varphi_{cc} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$$

dove:

$$I_{cc} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

è il valore efficace della componente simmetrica della corrente di corto circuito.

La corrente di corto circuito vale pertanto:

$$i_{cc} = i_s + i_u$$

cioè:

$$i_{cc} = \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin(\omega t - \varphi_{cc}) + \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin \varphi_{cc} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$$

o anche:

[Espandi/contrai](#) | [Rimpicciolisci](#) | [Ingrandisci](#) | [Nuova finestra](#)

$$i_{cc} = \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin(\omega t - \varphi_{cc}) + \sqrt{2} \cdot I_{cc} \cdot \sin \varphi_{cc} \cdot e^{-\frac{\omega}{\tan \varphi_{cc}} \cdot t}$$

dove:

- L/R = costante di tempo [s] del circuito di guasto (R = resistenza [W], L = induttanza [H] del circuito a monte del punto di guasto)
- j_{cc} = angolo caratteristico dell'impedenza di corto circuito

In fig. 1 è riportato l'andamento della corrente di corto circuito in funzione del tempo nel caso in cui si ponga, a titolo d'esempio, $I_{cc} = 1$ e $j_{cc} = 80^\circ$.

[Espandi/contrai](#) | [Rimpicciolisci](#) | [Ingrandisci](#) | [Nuova finestra](#)

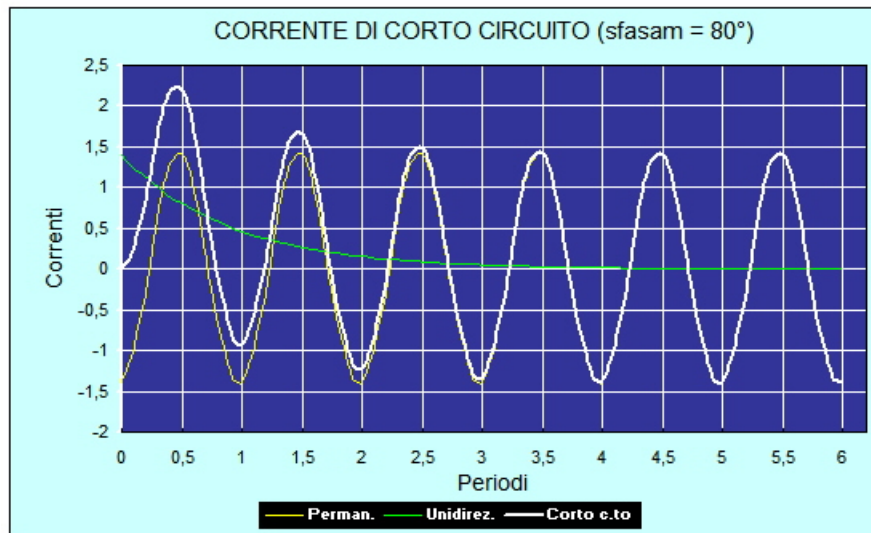


Fig. 1 - Andamento della corrente di corto circuito

NOTA: l' andamento delle correnti di corto circuito può essere analizzato con il programma in QBasic *corto* presente nel sito nella sezione Software.

Per la scelta delle caratteristiche dell' interruttore , il calcolo delle correnti di corto circuito deve riguardare:

a) La corrente di corto circuito massima $I_{cc,max}$

Il massimo valore della corrente di corto circuito si ha per guasto trifase all' inizio della condotta e coincide con il valore efficace della componente simmetrica della corrente di corto circuito.

La conoscenza del suo valore serve per stabilire il potere d'interruzione dell'interruttore. Si calcola con la relazione:

$$I_{cc,max} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

dove:

- U = tensione di esercizio dell'impianto [V]
- Z = impedenza del circuito a monte del punto di guasto [W]

b) La corrente di corto circuito di cresta $I_{cc,cr}$

Il valore della corrente di corto circuito di cresta (valore di picco della corrente totale di corto circuito) può essere ricavato direttamente dal grafico della corrente di corto circuito (fig. 1), oppure, in mancanza di questo, con la relazione:

$$I_{cc,cr} = K_{cr} \cdot I_{cc,max}$$

dove il valore del fattore di cresta K_{cr} può essere calcolato, con sufficiente approssimazione, mediante la relazione:

$$K_{cr} = \sqrt{2} \cdot \left(1 + e^{-\frac{\pi}{\tan \varphi_{cc}}} \right)$$

La conoscenza di $I_{cc,cr}$ serve per stabilire il potere di chiusura dell'interruttore.

c) La corrente di corto circuito minima $I_{cc,min}$

Il valore minimo della corrente di corto circuito si ha per guasto monofase (fase-fase o fase-neutro) alla fine della conduttura e può essere calcolato con la relazione riportata dalla Norma CEI 64-8:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{1,5 \cdot \rho \cdot L_c} \cdot \frac{1}{1+m} \cdot K_x$$

dove:

- 0,8 = coefficiente che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione per effetto del corto circuito

- U = tensione del circuito di guasto (tensione fase-neutro per circuito trifase con neutro distribuito; tensione fase-fase per circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito) [V]
- S = sezione del cavo [mm^2]
- 1,5 = fattore che tiene conto dell'incremento della resistività del cavo dovuto all'aumento di temperatura durante il corto circuito
- r = resistività del conduttore a 20°C [per il rame $0,0178 \text{ W mm}^2/\text{m}$]
- L_c = lunghezza del cavo [m]
- $m = S_F/S_N$ = rapporto fra le sezioni dei conduttori di fase e di neutro nel caso di circuito trifase con neutro distribuito

Rispetto alla sezione del conduttore di fase, la sezione del neutro può essere scelta nel modo indicato nella seguente tabella:

Sezione di fase S_F (mm^2)	Sezione di neutro S_N (mm^2)
$S_F = 16$	$S_N = S_F$
$16 < S_F = 35$	$S_N = 16$
$S_F > 35$	$S_N = S_F/2$

- $m = 1$ nel caso di circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito
- K_x = coefficiente che tiene conto della reattanza del cavo

Tale coefficiente, a seconda della sezione del conduttore di fase, assume i valori riportati nella seguente tabella:

Sezione (mm^2)	95	120	150	185	240
K_x	1	0,90	0,85	0,80	0,75

La conoscenza di $I_{cc,min}$ serve per la verifica del corretto intervento dello sganciatore magnetico; serve, in altri termini, per stabilire il valore massimo della soglia d'intervento dello sganciatore magnetico dell'interruttore.

La corrente di corto circuito produce, nel circuito, due effetti:

- **Effetto termico**, legato al tempo di durata della corrente di corto circuito
- **Effetto elettrodinamico**, legato al valore massimo (valore di picco) della corrente di corto circuito