



06/2015

Correnti di cortocircuito, tempi di disinserimento, energia passante, rischio di lesioni:

quanto rilevante è il tempo di disinserimento? Conosciamo tempi di disinserimento di 0,3 / 0,4 / 5 e 120 secondi in conformità alle norme e all'ordinanza sulla corrente forte.

Effetti di archi voltaici di disturbo:

A seconda della potenza e della durata di un arco voltaico di disturbo possono svilupparsi effetti fisici molto differenziati, che risultano principalmente dalla temperatura estremamente elevata nella colonna dell'arco elettrico. In un arco elettrico possono svilupparsi temperature superiori a 10'000 °C. Durante la formazione dell'arco elettrico una parte del metallo degli elettrodi viene vaporizzata e ionizzata. Nella fattispecie si forma un collegamento conduttivo fra gli elettrodi. A causa del crescente flusso di corrente la temperatura aumenta ulteriormente e ciò porta alla formazione di un plasma tra gli elettrodi. Questo plasma emana radiazione termica.

Il pericolo di lesioni risulta in particolare da:

- onde d'urto, forze esercitate sul corpo e parti scaraventate lontano, che sono il risultato del rapido riscaldamento del gas intorno all'arco elettrico.
- immissioni sonore che minacciano l'udito.
- radiazioni elettromagnetiche, in particolare radiazioni ottiche (radiazione visibile, ultravioletta, infrarossa), che possono causare danni irreversibili alla pelle e agli occhi.
- gravi danni termici dovuti alle radiazioni ottiche della nuvola calda di plasma e del flusso di gas (flusso di calore).
- gas tossici e particelle calde generate dalla combustione e pirolisi dei materiali circostanti (compresi gli elettrodi).

Parametri di prova per le classi 1 e 2, fonte: Elektropraktiker.de

Tafel ① 400 V-Prüfungen für PSA, Proben-Abstand 300 mm

Schutzklasse	Prüfstrom	Prüfanordnung	Lichtbogenzeit
1 (Boxtest, genormt*)	4 kA	1-phasig	500 ms
2 (Boxtest, genormt*)	7 kA	1-phasig	500 ms
X (Test, nicht genormt)	10 kA	3-phasig	1000 ms
* gemäß IEC 61482-1-2			

Disposizioni di misura:

La distanza degli elettrodi deve essere di 30 mm ± 1 mm, la distanza tra la linea mediana dell'arco elettrico e la superficie della piastra di prova o del manichino di prova (torso superiore) di 300 mm ± 5 mm.

Valori caratteristici dell'arco elettrico

I valori caratteristici dell'arco elettrico sono definiti dai seguenti parametri:

tensione di prova 400 V ± 5 % di corrente alternata

corrente di prova I_{arc}, class: classe 1 4 kA ± 5 %, classe 2: 7 kA ± 5 %

durata dell'arco elettrico: 500 ms ± 5 %

frequenza: la prova va eseguita con una frequenza di (50 ± 0,1) Hz o (60 ± 0,12) Hz.

Questi parametri devono essere impostati per le prove; all'interno di una serie di test i



parametri rimangono invariati. Per ogni prova si devono registrare la tensione effettiva e la corrente effettiva dell'arco elettrico su tutta la sua durata.

Quali parametri possiamo influenzare direttamente?

La durata dell'arco elettrico dipende direttamente dal tempo di disinserimento!

A seconda del numero e del tipo dei conduttori che entrano in contatto tra loro risulta una delle seguenti correnti di cortocircuito:

- **corrente di cortocircuito tripolare I_{k3}** : cortocircuito tra 3 conduttori di fase
- **corrente di cortocircuito bipolare I_{k2}** : cortocircuito tra 2 conduttori di fase
- **corrente di cortocircuito unipolare I_{k1}** : cortocircuito tra L e N o tra L e PEN o tra L e PE

(per la protezione contro la sovracorrente si deve considerare il più piccolo dei 3 valori, NIBT 2015, 4.3.4.2 E+S)

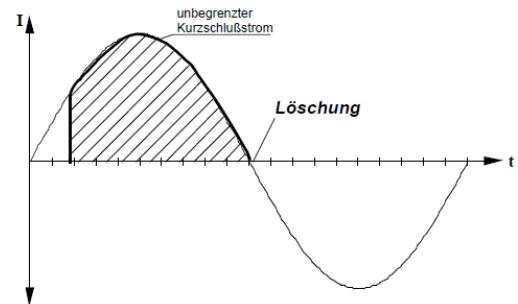
Si deve fare una distinzione tra la massima e la minima corrente di cortocircuito.

La massima corrente di cortocircuito si verifica nel punto di alimentazione della conduttura da proteggere in caso di cortocircuito senza resistenza tra i 3 conduttori di fase. Essa determina il potere minimo di dimensionamento d'intervento dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e in caso d'impiego di interruttori protettivi di linea o di interruttori di potenza serve a verificare la protezione contro i cortocircuiti dei conduttori. La massima corrente di cortocircuito viene calcolata nel punto d'installazione del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti. La determinazione può anche essere effettuata mediante nomogrammi (NIBT 2015, 4.3.4.2.1 E+S) o programmi per computer (Belvoto, NIBT versione digitale).

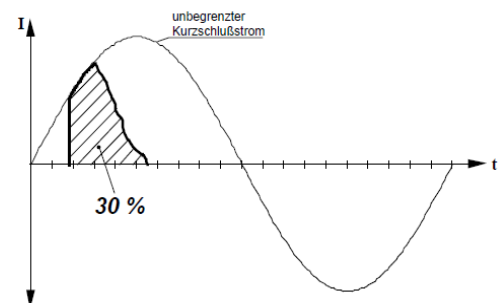
La minima corrente di cortocircuito si verifica alla fine della conduttura da proteggere e non può essere determinata con esattezza. Essa tiene conto dell'impedenza di passaggio nel punto del cortocircuito nonché del riscaldamento dei conduttori in caso di cortocircuito.

La minima corrente di cortocircuito serve a verificare la protezione contro i cortocircuiti dei conduttori, quando vengono utilizzati interruttori protettivi di linea, interruttori di potenza o fusibili. Essa è pari a $\frac{1}{4}$ della corrente di cortocircuito tripolare o a $\frac{3}{4}$ della corrente di cortocircuito unipolare, che viene calcolata o misurata alla fine della conduttura da proteggere (NIBT 2015, 4.3.5.2 E+S).

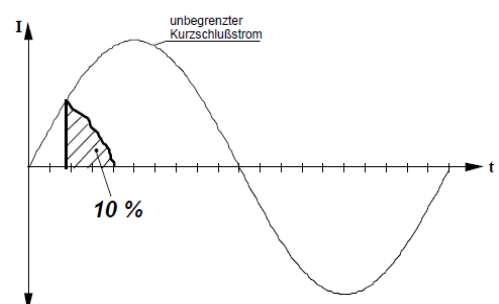
Classe di limitazione di corrente 1:



Classe di limitazione di corrente 2:



Classe di limitazione di corrente 3:



Fonte: GBW

Energia passante e limitazione di corrente

L'energia passante di un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti è quanto più bassa tanto più rapidamente tale dispositivo è in grado di disinserire in caso di cortocircuito.

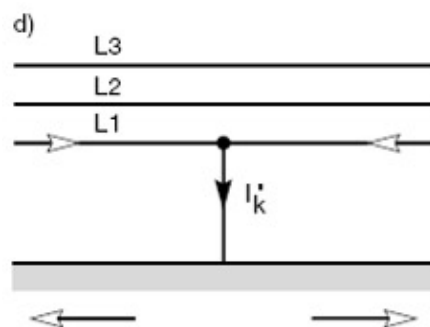
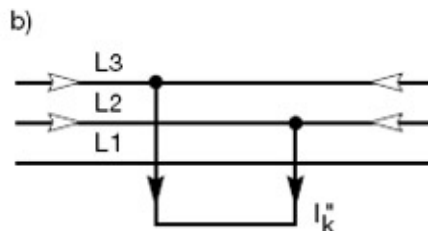
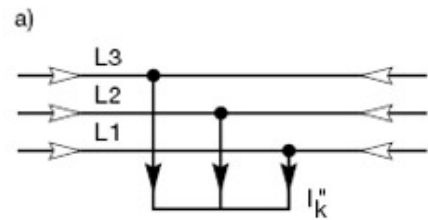
In caso di interruttori di potenza la classe di limitazione di corrente indica quale energia può essere lasciata passare in caso di disinserimento di una corrente, che corrisponde al suo potere di dimensionamento d'intervento. Sugli interruttori di potenza la classe di limitazione di corrente viene designata con i numeri 1, 2 o 3 iscritti in un quadrato.

Calcoli della corrente di cortocircuito, fonte: monografia: Impianti elettrici secondo l'OCF

$$I_{k3} = \frac{U_{Str}}{Z_L + Z_T} = 100 \%$$

$$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{Str}}{2 (Z_L + Z_T)} = 86 \%$$

$$I_{k1} = \frac{U_{Str}}{Z_L + Z_T + Z_{PEN}} = 50 \%$$



Limitazione di corrente, quantità di calore, tempo d'intervento, energia passante

La limitazione di corrente può essere ottenuta anche con una maggiore resistenza interna del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, ad es. con un bimetallo. Non è però possibile aumentare a piacimento la resistenza interna, poiché la quantità di calore generata deve pur essere dissipata in qualche modo. ($W = I^2 \cdot R \cdot t$):

Si può dire in sintesi:



Più breve è il tempo d'intervento di un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti o quanto più elevata è la resistenza interna, tanto più piccola sarà l'energia passante e tanto migliore sarà l'effetto limitatore di corrente.

Corrente massima lasciata passare da un HPS

(cartuccia a fusibile)

- 250 A > 15'000 A
- 200 A > 12'000 A
- 125 A > 10'000 A
- 100 A > 8'000 A
- 80 A > 6'000 A
- 25 A > 2'500 A
- 16 A > 1'800 A

Si ottengono tempi di disinserimento brevi:

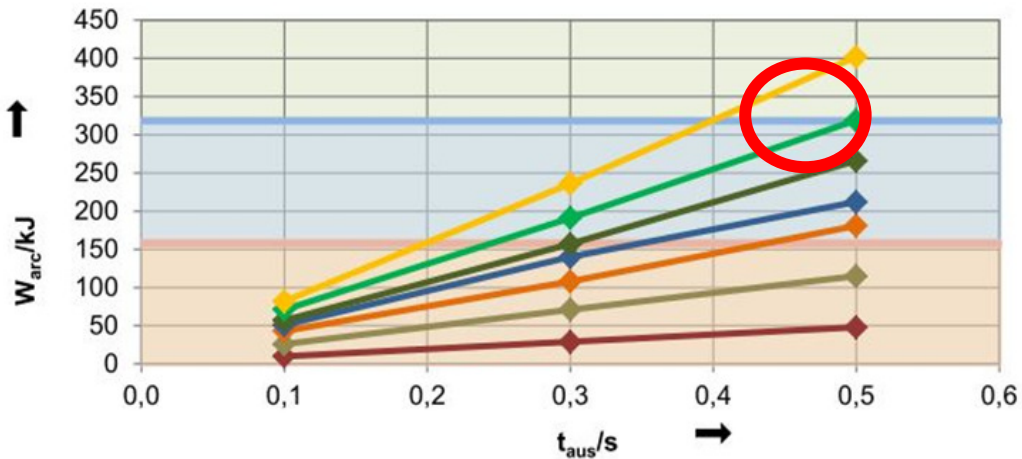
nei fusibili:

- corrente di cortocircuito elevata
- esecuzione speciale dell'elemento fusibile (fusibili di sicurezza sul lavoro)

Imparare dagli infortuni

L'arco voltaico di disturbo e le sue ripercussioni

L'energia dell'arco voltaico in funzione del tempo di disinserimento



Energia dell'arco voltaico W_{arc} in funzione dei tempi di disinserimento t_{aus} .

Fonte: TU-Ilmenau

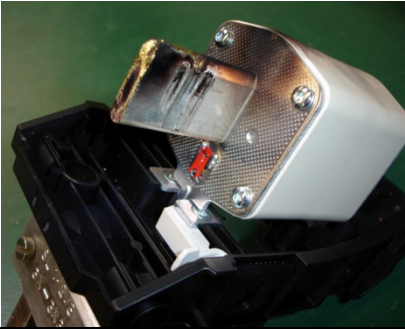


Durata dell'arco elettrico t_{aus} , fino a che le correnti prevedibili di cortocircuito superano la classe 1 o classe 2.

Lichtbogenenergie W_{arc}							
	Lichtbogendauer (Ausschaltzeit) t_{aus} / s bis zur Überschreitung der Klasse						
	$I_p = 1$ kA	$I_p = 2,3$ kA	$I_p = 4$ kA	$I_p = 5$ kA	$I_p = 6$ kA	$I_p = 7$ kA	$I_p = 8,5$ kA
Klasse 1			0,44 s	0,35 s	0,3 s	0,25 s	0,2 s
Klasse 2						0,5 s	0,4 s

Il rispetto della classe 1 o classe 2 t_{aus} è garantito fino a 0,5 s.

Fonte: TU-Ilmenau



<p>Infortunio:</p> 	<p>Motivi: Fusibili: Il tempo d'intervento si accorcia con l'aumentare della corrente di cortocircuito. Se il tempo d'intervento è inferiore a 0,4 s, la quantità di calore è limitata.</p>
<p>Da questa esperienza impariamo che:</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. corrente di cortocircuito elevata2. tempo di disinserimento breve3. bassa energia passante4. piccola quantità di calore <p>I fusibili HPS proteggono in modo ottimale e limitano efficacemente la durata dell'azione di archi elettrici.</p>
	<ol style="list-style-type: none">1. Corrente di cortocircuito elevata2. Tempo di disinserimento lungo 12 s3. Enormi danni4. Limitazione di corrente solo sul lato AT5. Lesioni gravi6. Corrente di cortocircuito 23'000 A7. $(W = I^2 \cdot R \cdot t)$8. $23'000^2 \times 0,01 \times 12 \text{ s} = 63'480 \text{ kWs}$, corrisponde a 17,634 kWh. Calcolato con 0,4 s: $23'000^2 \times 0,01 \times 0,4 \text{ s} = 2116 \text{ kWs}$, corrisponde a 0,588 kWh. Risulta una riduzione di un fattore 30! <p>L'ESTI ha funzione di esempio, per questo gli ispettori indossano i DPI corretti, adeguati al luogo di lavoro meglio troppo che troppo poco!</p>



In caso di tempi di disinserimento pari a 5 e 120 s l'energia passante (energia di ferimento) è talmente grande che la persona infortunata deve sempre aspettarsi delle conseguenze. In caso di tempi di disinserimento $< 0,4$ s l'infortunato se la caverà con meno danni. Rapporto superficie = energia dell'arco voltaico. Le misure di protezione e la qualità della rete sono pure migliori.

André Moser, Capo ispezioni Fehraltorf

Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI
Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Tel. +41 44 956 12 12
Fax +41 44 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch