



11/2019

## **Attuazione Direttiva ESTI n. 407 / versione 0919 del 1° settembre 2019**

### **Misure di protezione supplementari consentite per la limitazione della corrente di cortocircuito**

#### **Situazione iniziale**

In caso di attività su impianti elettrici, la Direttiva ESTI 407 aggiornata esige ora un limite superiore massimo consentito della corrente di cortocircuito. Qualora la corrente di cortocircuito si situi al di sopra di questo limite superiore, il lavoro sugli impianti elettrici è consentito solo a determinate condizioni. Quale possibile soluzione, la nuova Direttiva 407 ammette per la durata dei lavori l'impiego di adeguati dispositivi di protezione (dispositivi di protezione con categoria di esercizio gR secondo VDE 0636-4). Tali dispositivi di protezione presentano una caratteristica di disinserimento ultrarapida, limitano la corrente di cortocircuito e minimizzano l'energia passante (energia dell'arco elettrico) in caso di guasto. In tal modo le persone possono essere protette efficacemente da una durata di azione troppo lunga di un arco elettrico.

Quali sono i parametri determinanti di tali dispositivi di protezione? Come viene effettuata la valutazione e in che modo è possibile applicare e attuare efficacemente nella pratica questa nuova richiesta?

Dal 1° settembre 2019 si applica la Direttiva ESTI n. 407 / versione 0919 aggiornata:

#### **Attività su o in prossimità di impianti elettrici**

Secondo il capitolo 8.2.4 "Corrente di cortocircuito, classi di protezione dagli archi elettrici e livelli di protezione", in caso di corrente di corto circuito > 20 kA, o se un dispositivo di protezione contro la sovracorrente > 315 A a bassa tensione ad alto potere d'interruzione è preinserito, si deve in primo luogo disinserire. In casi eccezionali, mediante un'analisi dei rischi si possono adottare misure di protezione supplementari che consentono di lavorare sull'impianto sotto tensione.



Esposizione del problema	Corrente lasciata passare di diversi dispositivi di protezione contro la sovracorrente																																																																																																			
<p>I dispositivi di protezione con le classi di protezione 1 e 2 hanno una limitazione per quanto attiene alla corrente massima consentita. Per entrambe le classi di protezione, l'energia dell'arco elettrico è calcolata con 500 ms, che corrisponde proprio al tempo d'interruzione. La tabella Tabelle 1 elenca i requisiti per i dispositivi di protezione individuale a seconda dei vari pericoli termici di un arco elettrico in base alle norme.</p> <table border="1" data-bbox="204 882 852 1178"> <thead> <tr> <th colspan="5">400V Prüfungen für PSA Probenabstand 300 mm</th> </tr> <tr> <th>Schutzklasse</th> <th>Prüfstrom</th> <th>Prüfanforderungen</th> <th>Lichtbogenzeit</th> <th>Gültige Norm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Schutzbekleidung Boxtest genormt</td> <td>4 kA</td> <td>1-phasig</td> <td>500 ms</td> <td>EN 61482-1-2 Klasse 1 Neu: IEC 61482-2 (APC=1)</td> </tr> <tr> <td>2. Schutzbekleidung Boxtest genormt</td> <td>7 kA</td> <td>1-phasig</td> <td>500 ms</td> <td>EN 61482-1-2 Klasse 2 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)</td> </tr> <tr> <td>3. Schutzbekleidung Test nicht genormt</td> <td>10 kA</td> <td>3-phasig</td> <td>1000 ms</td> <td>IEC 61482-2 Noch nicht genormt</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Tabella 1:</b> requisiti per i dispositivi di protezione</p> <p>Nella tabella 2 sono elencate le correnti lasciate passare di diversi dispositivi di protezione contro la sovracorrente a seconda del trasformatore preinserito.</p> <p>Esposizione del problema: le classi di protezione 1+2 corrispondono solo a 4 kA risp. 7 kA.</p> <p>I livelli di protezione sono tuttavia: 1= 7 kA 2= 15 kA 3= 20 kA Scelta secondo la tabella 3.</p> <p>In che modo è possibile applicare senza pericolo le classi di protezione ai livelli di protezione molto più elevati?</p>	400V Prüfungen für PSA Probenabstand 300 mm					Schutzklasse	Prüfstrom	Prüfanforderungen	Lichtbogenzeit	Gültige Norm	1. Schutzbekleidung Boxtest genormt	4 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 1 Neu: IEC 61482-2 (APC=1)	2. Schutzbekleidung Boxtest genormt	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)	3. Schutzbekleidung Test nicht genormt	10 kA	3-phasig	1000 ms	IEC 61482-2 Noch nicht genormt	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trafogrösse</th> <th><math>I_{pc}</math></th> <th><math>I_N</math></th> <th><math>I_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">16 A</td> <td>≈ 2 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 2 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 3 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">63 A</td> <td>≈ 5 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 6 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 7 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">80 A</td> <td>≈ 7 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 7 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 9 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">125 A</td> <td>≈ 9 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 10 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 12 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">160 A</td> <td>≈ 11 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 13 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 15 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">200 A</td> <td>12.5 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 15 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 17 kA</td> </tr> <tr> <td>400 kVA</td> <td>12.5 kA</td> <td rowspan="3">250 A</td> <td>12.5 kA</td> </tr> <tr> <td>630 kVA</td> <td>18.8 kA</td> <td>≈ 18 kA</td> </tr> <tr> <td>1000 kVA</td> <td>27.5 kA</td> <td>≈ 21 kA</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Tabella 2:</b> corrente lasciata passare</p> <p><b>Legenda</b>  <math>I_{pc}</math>: corrente di corto circuito non influenzato  <math>I_N</math>: corrente nominale del fusibile  <math>I_D</math>: corrente lasciata passare</p>	Trafogrösse	$I_{pc}$	$I_N$	$I_D$	400 kVA	12.5 kA	16 A	≈ 2 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 2 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 3 kA	400 kVA	12.5 kA	63 A	≈ 5 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 6 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 7 kA	400 kVA	12.5 kA	80 A	≈ 7 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 7 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 9 kA	400 kVA	12.5 kA	125 A	≈ 9 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 10 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 12 kA	400 kVA	12.5 kA	160 A	≈ 11 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 13 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 15 kA	400 kVA	12.5 kA	200 A	12.5 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 15 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 17 kA	400 kVA	12.5 kA	250 A	12.5 kA	630 kVA	18.8 kA	≈ 18 kA	1000 kVA	27.5 kA	≈ 21 kA
	400V Prüfungen für PSA Probenabstand 300 mm																																																																																																			
	Schutzklasse	Prüfstrom	Prüfanforderungen	Lichtbogenzeit	Gültige Norm																																																																																															
	1. Schutzbekleidung Boxtest genormt	4 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 1 Neu: IEC 61482-2 (APC=1)																																																																																															
	2. Schutzbekleidung Boxtest genormt	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)																																																																																															
	3. Schutzbekleidung Test nicht genormt	10 kA	3-phasig	1000 ms	IEC 61482-2 Noch nicht genormt																																																																																															
	Trafogrösse	$I_{pc}$	$I_N$	$I_D$																																																																																																
	400 kVA	12.5 kA	16 A	≈ 2 kA																																																																																																
	630 kVA	18.8 kA		≈ 2 kA																																																																																																
	1000 kVA	27.5 kA		≈ 3 kA																																																																																																
	400 kVA	12.5 kA	63 A	≈ 5 kA																																																																																																
	630 kVA	18.8 kA		≈ 6 kA																																																																																																
	1000 kVA	27.5 kA		≈ 7 kA																																																																																																
	400 kVA	12.5 kA	80 A	≈ 7 kA																																																																																																
	630 kVA	18.8 kA		≈ 7 kA																																																																																																
	1000 kVA	27.5 kA		≈ 9 kA																																																																																																
	400 kVA	12.5 kA	125 A	≈ 9 kA																																																																																																
	630 kVA	18.8 kA		≈ 10 kA																																																																																																
	1000 kVA	27.5 kA		≈ 12 kA																																																																																																
	400 kVA	12.5 kA	160 A	≈ 11 kA																																																																																																
630 kVA	18.8 kA	≈ 13 kA																																																																																																		
1000 kVA	27.5 kA	≈ 15 kA																																																																																																		
400 kVA	12.5 kA	200 A	12.5 kA																																																																																																	
630 kVA	18.8 kA		≈ 15 kA																																																																																																	
1000 kVA	27.5 kA		≈ 17 kA																																																																																																	
400 kVA	12.5 kA	250 A	12.5 kA																																																																																																	
630 kVA	18.8 kA		≈ 18 kA																																																																																																	
1000 kVA	27.5 kA		≈ 21 kA																																																																																																	



## Indicazioni per l'attuazione pratica

Qualora dalla valutazione dell'algoritmo di scelta/DPI dell'ordine di lavoro risulti che l'effetto protettivo del DPI scelto non sia sufficiente contro gli archi elettrici per la procedura di lavoro contemplata (7/15/20 kA), si possono ad esempio prendere in considerazione in aggiunta le seguenti misure:

1. Impartire l'ordine di lavoro
2. Analisi del rischio
3. Metodo di lavoro
4. Determinazione della corrente di cortocircuito e dell'energia passante (tabelle 4+5)
5. Scelta del DPI (tabella 3)
6. Misure di protezione supplementari (aumentare la distanza o pareti isolanti)
7. Responsabilità per i lavori

La caratteristica e dunque il tempo di disinserimento del mezzo di protezione influisce sostanzialmente sulla possibile energia dell'arco elettrico in caso di guasto. In questo contesto è pensabile una sostituzione del fusibile preinserito con un dispositivo di protezione rapido gR o la calibrazione della caratteristica di disinserimento di un interruttore di potenza per la durata del lavoro.

### Distanza

Quando la distanza di lavoro può essere aumentata, ciò influenza fortemente l'energia equivalente dell'arco elettrico. Pertanto, può senz'altro essere sensato considerare se non sia possibile aumentare la distanza di lavoro con mezzi ausiliari supplementari (distanza standard 30 cm).

## Considerazioni e soluzioni

Qualora dalla valutazione (7/15/20 kA) risulti che l'effetto protettivo dell'abbigliamento a disposizione non è sufficiente per il lavoro previsto e non possono essere adottate misure come ad es. l'aumento della distanza di lavoro, la riduzione dell'energia dell'arco elettrico o la posa di paratie supplementari resistenti agli archi elettrici (pareti isolanti), **non si può lavorare sull'impianto**. L'impianto deve essere disinserito!

### Nota importante

Qualora da una valutazione risulti che, effettuando manovre su un impianto, come per esempio disinserendolo, possa scaturire un pericolo per cui il DPI a disposizione non offre sufficiente protezione contro gli archi elettrici, questo caso particolare deve essere considerato in modo specifico; per ciò sono pensabili misure come il disinserimento delle reti preinserite.

### Energia dell'arco elettrico

Potenza dell'arco elettrico x durata di azione  
Corrente dell'arco elettrico x tensione x durata di azione

### Fattori d'influenza

Tensione nominale  $U_n$   
Potenza di cortocircuito  $S_k$   
Organo di protezione / tempo d'interruzione  $t_k$   
Struttura dell'impianto  $k_t$   
Distanza di lavoro  $a$

### Risultato

Limitazione dell'energia dell'arco elettrico  
Limitazione della durata di azione

### Possibili misure

Impiego di dispositivi di protezione gR conformemente a ESTI 407 / 6.1.3.1  
Classe di protezione 2 > 320 kJ



## Dispositivi di protezione gR

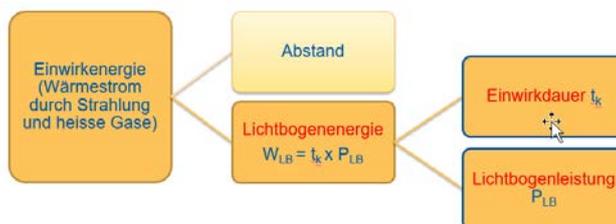
- In caso di lavori sotto tensione.
- Sostituzione temporanea di fusibili di protezione linea gG. Non idoneo per l'esercizio permanente poiché
  - la potenza fornita è maggiore che con gG;
  - Nessuna selettività completa rispetto ai fusibili gG.
- Minimizzazione del pericolo per i montatori in caso di archi elettrici tramite
  - caratteristiche di disinserimento ultrarapide;
  - minimizzazione corrente lasciata passare;
  - minimizzazione energia passante;
  - tempi di disinserimento estremamente brevi.
- Secondo la norma con segnalatore combinato e maniglie isolate.
- Scritta in rosso per una migliore differenziazione VDE 0636-4 (ultrarapido).

## Cosa occorre considerare quando si impiegano dispositivi di protezione gR?

- Sostituzione temporanea di fusibili di protezione linea.
- Non previsto per rimanere permanentemente negli impianti.
- In reti a maglie:  
semplice sostituzione senza interruzione dell'alimentazione (doppia alimentazione, anello).
- In linee derivate:  
sostituzione senza interruzione con l'aiuto di dispositivi di cavallottamento di sicurezza.
- Necessità di considerare il rischio della sostituzione.

## Grafico pericolo per le persone

### Energia di azione



### Lavori sotto tensione Lst:

"I lavori sotto tensione devono essere eseguiti secondo i requisiti e le procedure nazionali", Ordinanza sulla corrente forte ed ESTI 407:

"l'azienda stabilisce ed esegue ulteriori misure di protezione tecniche, organizzative e personali, che garantiscono una protezione sufficiente contro il pericolo causato dalla corrente che attraversa il corpo oppure dalla formazione di archi elettrici."

"Il restante rischio (...) deve dunque essere ridotto a una misura consentita."

## Dispositivi di protezione gR 250A





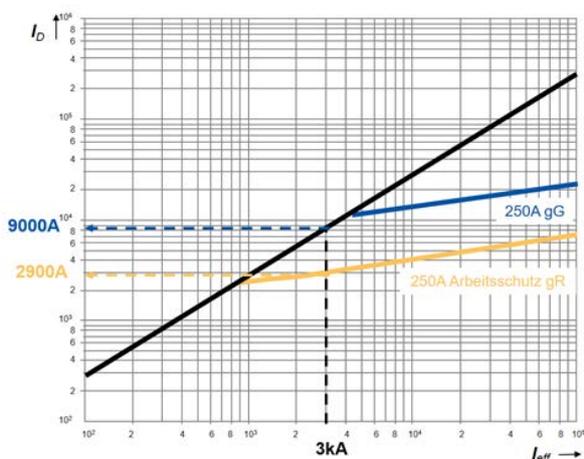
### Osservazioni finali

- Nessuna selettività completa rispetto ai fusibili gG.
- Minimizzazione del pericolo per i montatori in caso di archi elettrici tramite caratteristiche di disinserimento ultrarapide.
- Minimizzazione corrente lasciata passare.
- Minimizzazione energia passante.
- Tempi di disinserimento estremamente brevi.

Quando si utilizzano dispositivi di protezione gR, riduzione dell'equipaggiamento di protezione dal livello 3 al livello 1 o 2 a seconda dell'analisi dei rischi; decisiva è la corrente lasciata passare secondo il fusibile gR, tuttavia, il lavoro deve essere eseguito secondo le condizioni Lst 1 o 2.

Questo rimane però sempre un lavoro sotto tensione e dunque per la formazione e i dispositivi di protezione si applicano le condizioni secondo i Lst.

I dispositivi di protezione proteggono mediante una limitazione più forte della corrente lasciata passare:



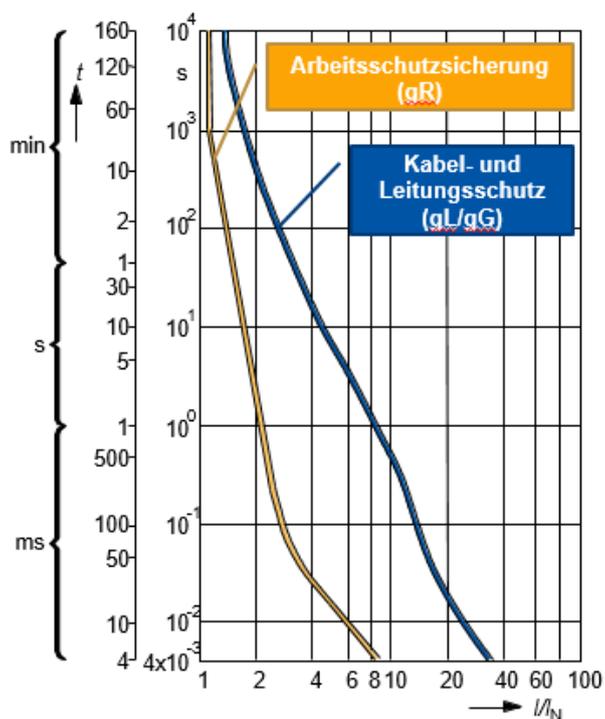
**Tabella 4:** confronto tra corrente lasciata passare ed effettiva, tra gR e gG, Manuale di sicurezza H. Bessei Documentazione, Direttiva ESTI 407 versione 0919:

[https://www.esti.admin.ch/inhalte/pdf/Weisungen/Italienisch/ESTI\\_407\\_0919\\_i.pdf](https://www.esti.admin.ch/inhalte/pdf/Weisungen/Italienisch/ESTI_407_0919_i.pdf)

### Matrice di scelta DPI: fusibili a bassa tensione ad alto potere d'interruzione corrente di cortocircuito a 3 poli

$I_{\text{base}}$ [A]	NH-Sicherungseinsätze gR		
160	<div style="background-color: #90EE90; width: 100%; height: 100%; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 50%; left: 50%; transform: translate(-50%, -50%); font-weight: bold;">PSAgS Klasse 1 (und 2)</div> <div style="position: absolute; top: 10%; left: 10%; background-color: #FF0000; width: 20%; height: 20%; opacity: 0.5;">Kein Schutz möglich</div> </div>		
200			
250			
315			
355			
400			
500	1,0..2,5	2,5..4,5	Ab 4,5
Mindestwert prospektiver Kurzschlussstrom $I'_{kzp}$ [kA]			

**Tabella 3:** motivazione dispositivi di protezione gR rispetto a gG conformemente al Manuale di sicurezza H. Bessei.



**Tabella 5:** confronto tra dispositivo di protezione gR e fusibile gG: caratteristiche secondo Manuale di sicurezza H Bessei



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI**  
**Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI**  
**Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI**  
**Inspektorat federal d'installaziuns a current ferm ESTI**

Daniel Otti, direttore ESTI

André Moser, esperto tecnico / addetto alla sicurezza

Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI

Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf

Tel. +41 44 956 12 12

[info@esti.admin.ch](mailto:info@esti.admin.ch)

[www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch)