



11/2019

Mise en œuvre de la directive ESTI N° 407 / Version 0919 du 1^{er} septembre 2019
Mesures de protection supplémentaires admissibles en vue de limiter le courant de court-circuit.

Contexte initial

La directive ESTI 407 actualisée exige désormais, pour les activités sur des installations électriques, une limite maximale admissible pour le courant de court-circuit. Lorsque le courant de court-circuit dépasse cette limite supérieure, les travaux sur les installations électriques ne sont autorisés que si certaines conditions sont remplies. La nouvelle directive 407 permet, comme solution envisageable, l'utilisation de fusibles de protection de travail appropriés (fusibles pour protection de travail de la classe gR selon la norme VDE 0636-4). Tels fusibles de protection de travail présentent des caractéristiques de déclenchement ultrarapides, limitent le courant de court-circuit et minimisent ainsi l'énergie passante (énergie d'arc) en cas de défaut. Ceci permet de protéger efficacement les personnes contre une trop longue exposition à un arc électrique.

Quels sont les paramètres déterminants de tels fusibles de protection de travail?
Comment est effectuée l'évaluation et comment la nouvelle exigence peut-elle être appliquée en pratique et mise en œuvre de manière efficace?

La directive ESTI 407 Version 0919 actualisée s'applique depuis le 1^{er} septembre 2019 :
Activités sur des installations électriques ou à proximité de celles-ci

Conformément au chapitre 8.2.4 « Courant de court-circuit, classes de protection contre les arcs électriques et classes de protection », la première mesure est la mise hors tension en cas de courant de court-circuit >20 kA ou lorsqu'un coupe-surintensité >315 A HPC est placé en amont. Dans des cas exceptionnels, il est possible, sur la base d'une analyse des risques, de prendre des mesures de protection supplémentaires permettant de travailler sur une installation sous tension.



Problématique	Courant limité par divers coupe-surintensités																												
<p>Les équipements de protection des classes 1 et 2 sont limités au regard du courant maximal admissible. Pour les deux classes de protection, l'arc électrique est calculé avec 500 ms. Ceci correspond au temps de coupure. Letableau 1 donne la liste des exigences en matière d'équipements de protection individuelle en fonction de divers dangers thermiques d'un arc électrique, selon les normes.</p>	Trafogrösse	I_{pc}	I_N	I_D																									
<table border="1" data-bbox="204 842 852 1144"> <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>Tableau 1 : Exigences en matière d'équipements de protection</p> <p>Le tableau 2 donne la liste des courants coupés limités par divers coupe-surintensités en fonction du transformateur placé en amont.</p> <p>La problématique : Les classes de protection 1+2 correspondent seulement à 4 kA et 7 kA.</p> <p>Les niveaux de protection sont cependant :</p> <p>1= 7 kA 2= 15 kA 3= 20 kA</p> <p>Choix selon le tableau 3</p> <p>Comment peut-on appliquer les classes de protection sans danger aux niveaux de protection bien plus élevés?</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	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	16 A	≈ 2 kA ≈ 2 kA ≈ 3 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																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	63 A	≈ 5 kA ≈ 6 kA ≈ 7 kA																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	80 A	≈ 7 kA ≈ 7 kA ≈ 9 kA																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	125 A	≈ 9 kA ≈ 10 kA ≈ 12 kA																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	160 A	≈ 11 kA ≈ 13 kA ≈ 15 kA																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	200 A	12.5 kA ≈ 15 kA ≈ 17 kA																									
	400 kVA 630 kVA 1000 kVA	12.5 kA 18.8 kA 27.5 kA	250 A	12.5 kA ≈ 18 kA ≈ 21 kA																									
	<p>Tableau 2 : Courant coupé limité</p> <p>Légende I_{pc} : courant de court-circuit franc I_N : courant assigné du fusible I_D : courant coupé limité</p>																												



Note sur la mise en œuvre pratique

Si l'évaluation de l'algorithme de sélection/EPI du mandat de travail indique que la protection des EPI sélectionnés contre les arcs électriques pour la méthode de travail considérée est insuffisante (7/15/20 kA), il est possible, par exemple, d'envisager en plus les mesures suivantes :

1. attribution du mandat de travail
2. analyse des risques
3. méthode de travail
4. détermination du courant de court-circuit et de l'énergie passante (tableaux 4+5)
5. choix de l'EPI (tableau 3)
6. mesures de protection supplémentaires (augmentation de la distance de sécurité ou parois isolants)
7. responsables des travaux

Le caractère et aussi le temps de déclenchement de l'organe de protection ont une influence essentielle sur l'arc électrique, en cas de défaut. Le remplacement du fusible placé en amont par un fusible de protection de travail gR ultrarapide ou la modification des caractéristiques de déclenchement d'un disjoncteur pour la durée des travaux sont envisageables.

Distance de sécurité

La possibilité d'augmenter la distance de sécurité a une grande influence sur l'énergie de l'arc équivalente. Il peut être raisonnable d'examiner si, avec des aides supplémentaires une augmentation de la distance de sécurité est réalisable. (distance de sécurité normale 30 cm)

Considérations et solutions

S'il résulte de l'évaluation (7/15/20 kA) que l'effet protecteur des vêtements mis à disposition n'est pas suffisant pour les travaux envisagés et qu'aucune mesure, telle que l'augmentation de la distance de sécurité, la réduction de l'énergie de l'arc ou le rajout de cloisons supplémentaires résistantes aux arcs électriques (parois isolantes), ne peut être prise, **il est interdit d'effectuer des travaux sur l'installation.** L'installation doit être déclenchée !

Remarque importante

S'il résulte d'une évaluation que l'utilisation d'une installation, comme par exemple l'activation, peut constituer un risque, contre lequel l'EPI mis à disposition, protection contre l'arc électrique, n'offre pas une protection suffisante, ce cas concret doit alors être pris en compte particulièrement. Il est alors envisageable de prendre des mesures telles que l'activation des réseaux en amont.

Energie de l'arc

Puissance de l'arc x durée d'action
Arc électrique x tension x durée d'action

Facteurs d'influence

Tension nominale U_n
Puissance de court-circuit S_k
Organe de protection/temps de coupure t_k
Construction de l'installation k_t
Distance de sécurité a

Résultat

Limitation de l'énergie de l'arc
Limitation de la durée d'action

Mesures envisageables

Utilisation de fusibles de protection de travail gR
Selon ESTI 407/ 6.1.3.1
Classe de protection 2 > 320 kJ



Fusibles de protection de travail gR

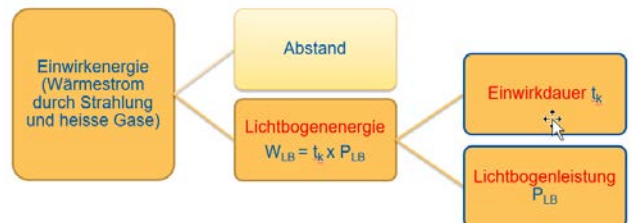
- Lors du travail sous tension
- Remplacement provisoire de fusibles de protection de ligne gG. Pas approprié pour un fonctionnement permanent, car
 - la puissance de sortie est plus élevée que pour les fusibles gG
 - pas de sélectivité totale comme les fusibles gG
- Minimisation des dangers pour les monteurs en cas d'arcs électriques par
 - caractéristiques de déclenchement ultrarapide
 - minimisation du courant coupé limité.
 - minimisation de l'énergie passante
 - temps de déclenchement extrêmement court
- Systématiquement avec des détecteurs combinés et des poignées isolées
- Impression rouge pour mieux distinguer VDE 0636-4 (ultrarapide)

Que doit-on considérer lors de l'utilisation de fusibles de protection de travail gR?

- Remplacement provisoire de fusibles de protection de ligne
- Pas prévu pour un fonctionnement permanent dans les installations
- Dans les réseaux maillés : simple échange sans interruption de l'alimentation (double alimentation, boucle)
- Dans des circuits ouverts: échange sans interruption à l'aide d'appareils de fusibles transitoires.
- Il est nécessaire d'évaluer les risques de l'échange.

Diagramme sur la mise en danger des personnes

Energie incidente



Travail sous tension Tst :

« Les travaux sous tension doivent être réalisés en conformité avec les exigences et procédures nationales », ordonnance sur le courant fort et ESTI 407 :

« L'entrepreneur définit et prend d'autres mesures de protection techniques, organisationnelles et personnelles garantissant une protection suffisante contre les risques engendrés par les courants traversant le corps ou la formation d'arcs électriques. »

« Les risques résiduels (...) doivent ainsi être réduits à un niveau acceptable. »

Fusibles de protection de travail gR : 250A





Remarques finales

- Pas de sélectivité totale pour les fusibles gG
- Minimisation des dangers pour les monteurs en cas d'arcs électriques par des caractéristiques de déclenchement ultrarapides
- Minimisation du courant coupé limité
- Minimisation de l'énergie passante
- Temps de coupure extrêmement courts

Lors de l'utilisation de fusibles de protection de travail gR, réduction de l'équipement de protection du niveau 3 au niveau 1 ou 2 en fonction de l'analyse des risques ; le courant de passage après le fusible gR est décisif, le travail doit malgré tout être réalisé selon les conditions Tst 1 ou 2.

Puisqu'il s'agit cependant toujours de travail sous tension, les conditions relatives à la formation et aux équipements de protection selon Tst s'appliquent.

Les fusibles de protection de travail protègent en limitant fortement le courant coupé limité :

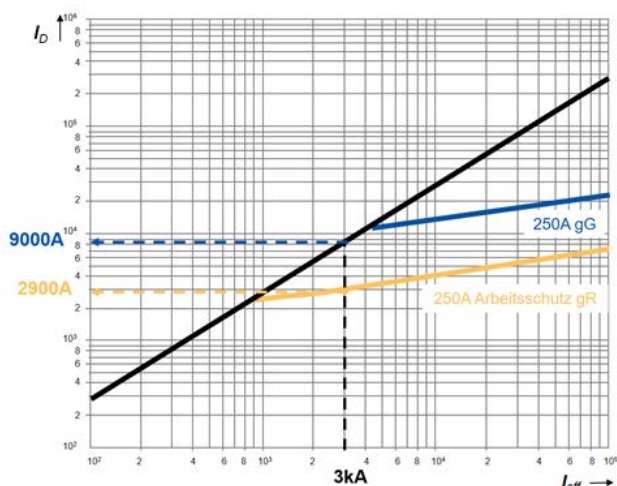


Tableau 4 : Comparaison courant coupé limité et courant effectif

de gR à gG, Sicherungshandbuch H. Bessei
Documentation, directive ESTI 407 Version 0919 :

https://www.esti.admin.ch/inhalte/pdf/Weisungen/Franz_oesisch/ESTI_407_0919_f.pdf

Matrice de sélection EPI fusibles HPC courant de court-circuit tripolaire

I_{nBE} [A]	NH-Sicherungseinsätze gR		
160	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 20%; background-color: #f08080; text-align: center;">Kein Schutz möglich</div> <div style="width: 60%; background-color: #90ee90; text-align: center;">PSAgS Klasse 1 (und 2)</div> </div>		
200			
250			
315			
355			
400			
500	1,0...2,5	2,5...4,5	Ab 4,5
Mindestwert prospektiver Kurzschlussstrom I_{1kp} [kA]			

Tableau 3 : Justification fusibles de protection de travail gR à gG selon le manuel sur les fusibles de H. Bessei.

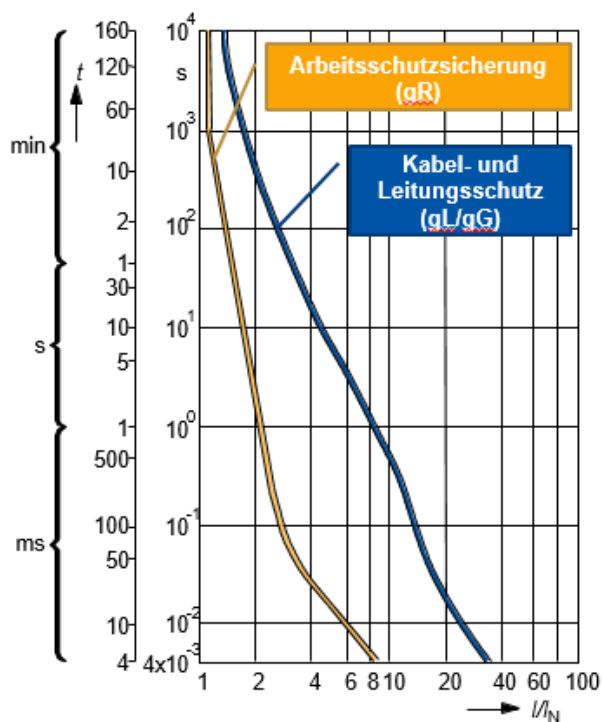


Tableau 5 : Comparaison fusibles de protection de travail gR à fusible gG : Caractéristiques selon le manuel sur les fusibles de H. Bessei.



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, directeur ESTI

André Moser, expert technique / préposé à la sécurité

Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI

Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf

Tél. +41 44 956 12 12

info@esti.admin.ch

www.esti.admin.ch