

Extinction ultrarapide

Protection active contre les défauts d'arc pour plus de sécurité | Les défauts d'arc dans un poste blindé entraînent presque toujours une charge thermique et mécanique très importante. Outre le danger possible qu'ils représentent pour le personnel, ils réduisent également la disponibilité du poste blindé. L'extinction de l'arc dès son apparition permet d'augmenter la sécurité de manière déterminante.

TEXTE WOLFGANG HAKELBERG, STEPHAN KELLER

Un dommage, une erreur de manipulation ou des conditions de service inhabituelles peuvent entraîner un défaut à l'intérieur de l'enveloppe des postes blindés qui, dans le pire des cas, mènera au phénomène redouté du défaut d'arc. Le défaut d'arc est un court-circuit involontaire de basse impédance sur un intervalle isolant qui apparaît lors de l'utilisation d'un poste blindé en raison d'un amorçage électrique de conducteur à conducteur ou de conducteur au potentiel de la terre.

Là où ils apparaissent, et dans leur environnement direct, les défauts d'arc créent des conditions extrêmes qui représentent un grave danger pour les personnes, les équipements et les bâtiments. L'amorçage génère soudaine-

ment des températures pouvant atteindre 20 000 °C qui, à leur tour, en quelques millièmes de secondes, provoquent une augmentation rapide de la pression à l'intérieur du poste blindé. Sous cette influence, les câbles et les pièces en cuivre et en acier brûlent, fondent et s'évaporent et se mélangent pour former un plasma brûlant. L'énorme surpression, qui peut atteindre son apogée à l'intérieur du poste blindé en 10 à 15 ms, impose une charge mécanique considérable au poste blindé. Sans mesure d'évacuation adaptée, l'onde de pression, qui apparaît au bout de quelques centièmes de seconde seulement, peut entraîner également une charge supplémentaire pour le toit et les murs de la pièce exposée.

Mesures passives ou actives ?

Les motivations qui poussent un exploitant d'installation à adopter des mesures de protection contre les défauts d'arc peuvent être très diverses. Si le respect des règles de protection des personnes conformément aux règles techniques générales ou aux dispositions légales en vigueur joue un rôle clé dans la plupart des cas, les conditions ambiantes, la protection des investissements ou la disponibilité peuvent également avoir une influence sur le choix des mesures de protection nécessaires. Une protection passive de l'installation est aujourd'hui la forme la plus utilisée et la plus connue pour obtenir un certain niveau de protection des personnes à proximité du poste blindé électrique. Elle est principalement intégrée à la

Figures : ABB

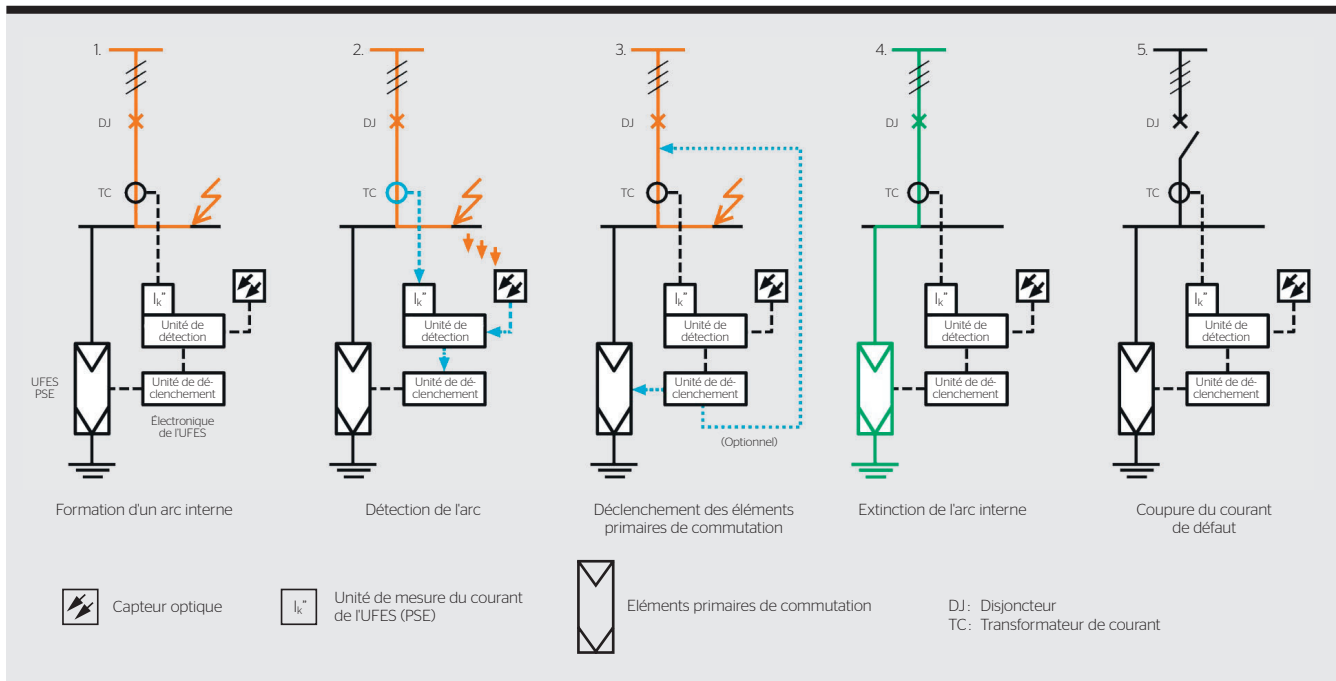


Figure 1 Processus de coupure du courant de défaut lors de l'utilisation d'un système de protection active.

construction de ce dernier afin de limiter le risque de défaut d'arc à l'intérieur de l'installation et pour protéger les personnes à l'extérieur du poste blindé contre d'éventuels gaz brûlants et pièces projetées.

Outre la base, c'est-à-dire une construction suffisamment résistante, on ajoutera par exemple des canaux de surpression. Ils permettent de faire sortir le mélange de plasma du poste blindé et de le transférer vers un endroit sûr prévu à cet effet. Pour les installations et appareils de connexion de moyenne tension, ces mesures techniques de base de protection des personnes en cas de défaut d'arc sont définies par la norme CEI 62271-200 et doivent être attestées par un essai de type adapté. Les conditions représentées sur le site d'essai, par exemple la hauteur de plafond minimale, les portes verrouillées ou la durée d'arc maximale, correspondent aux conditions cadres dans lesquelles, si l'essai est réussi, la protection passive sera assurée.

Outre la protection des personnes, il s'agit également d'éviter d'endommager le poste blindé et les composants du système pour des raisons économiques. D'une part, il convient de mentionner les coûts de réparation des parties de l'installation endommagées, des travaux souvent difficiles à réaliser en raison de l'accessibilité

limitée. D'autre part, l'absence d'alimentation électrique entraîne un arrêt des processus et occasionne des coûts de temps d'arrêt de la production considérables. Cet arrêt involontaire de la production peut rapidement se chiffrer à plusieurs centaines de milliers, voire à des millions de francs, notamment pour les secteurs à forte production comme les usines de papier ou les plates-formes pétrolières. À bord d'un navire ou dans un hôpital, l'arrêt de l'alimentation électrique provoque par ailleurs une situation d'insécurité, bien que l'alimentation soit généralement conçue en redondance. C'est pourquoi, pour la plupart des exploitants, une alimentation électrique fiable et hautement disponible est essentielle. Un système de protection active contre les défauts d'arc s'avère ici extrêmement utile.

Limiter l'énergie autant que possible

Tandis que la protection passive, dans le cadre de la durée d'arc testée, agit comme un mur de protection entre l'emplacement du défaut et le personnel de service, les systèmes de protection active prennent des mesures rapides contre le défaut d'arc. Le but est de limiter autant que possible l'énergie libérée par l'arc électrique (produit de la tension d'arc, du courant de défaut et de la durée de défaut). Étant donné qu'il est

impossible d'agir sur le courant de défaut et la tension d'arc, la seule possibilité consiste à mettre un terme au défaut d'arc le plus rapidement possible.

Afin de distinguer le défaut d'arc interne d'un défaut sans gravité pour l'installation, ses propriétés sont étudiées. Un défaut d'arc riche en énergie libère immédiatement de grandes quantités d'énergie rayonnante dont l'intensité lumineuse peut être mille fois plus élevée que la lumière ambiante normale. De même, le courant de défaut est également plus important. Les relais de détection rapide des défauts d'arc, premier échelon du système de protection active, sont spécialement conçus en fonction de ces paramètres. Ils contrôlent certaines zones de protection définies avec l'unité de détection correspondante et envoient directement un signal déclencheur au disjoncteur dès qu'un arc électrique est détecté. Ce processus prend en général moins de 1 à 2 ms. L'ensemble de l'opération de commutation est cependant « freiné » par le temps de commutation du disjoncteur. En moyenne, la durée de contrôle des arcs de ces systèmes est de 60 à 80 ms (figure 2). Les charges mécaniques liées à la pression imposées au poste blindé et à la pièce ne peuvent donc pas être évitées, mais les effets thermiques peuvent être limités.

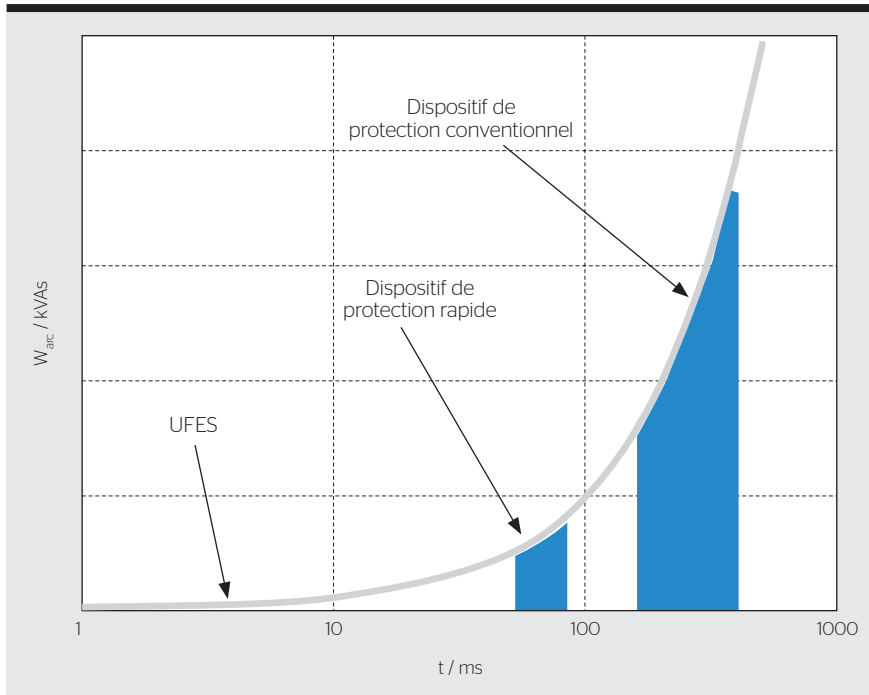


Figure 2 Comparaison de l'énergie libérée lors d'un arc pour différents systèmes de protection.



Figure 3 Le système UFES.

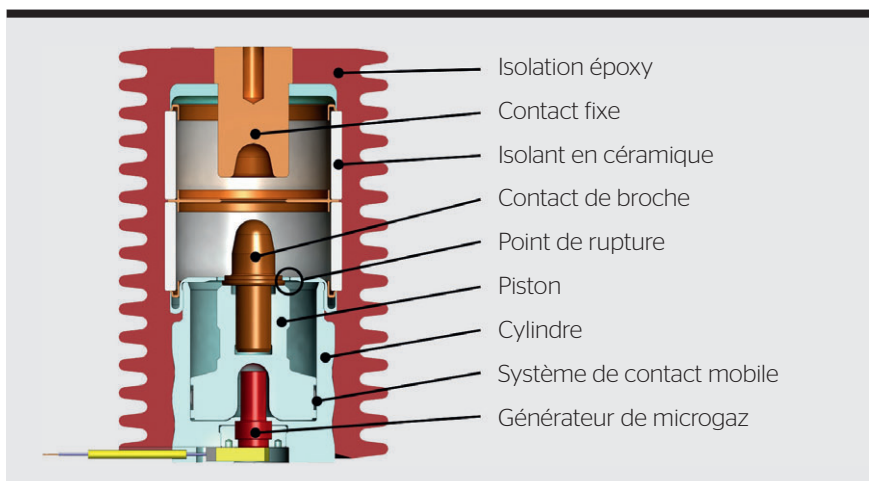


Figure 4 Structure d'un élément de commutation primaire.

Un sectionneur de terre ultrarapide

Avec le développement des systèmes actifs dotés de leurs propres systèmes d'extinction, la technique permet désormais d'atteindre un niveau de sécurité des postes blindés supérieur. Leur principe ? Décharger les disjoncteurs, qui peuvent parfois être lents, du rôle déterminant de l'interruption des arcs électriques et les remplacer par un système d'extinction beaucoup plus rapide. C'est ce principe qu'utilise le sectionneur de terre ultrarapide UFES.

Ce dernier réunit une combinaison d'appareils avec notamment une unité électronique et les trois éléments de commutation primaires (PSE) correspondants qui, en cas de défaut, provoquent un court-circuit triphasé à la terre dans la zone de protection de l'installation (figures 1 et 3). La faible impédance ainsi créée fait passer le courant de défaut d'arc de sa source à la terre grâce aux PSE, ce qui permet d'éviter efficacement un dégagement incontrôlé d'énergie consécutif au défaut d'arc. La durée de commutation extrêmement réduite de l'élément de commutation primaire ainsi que la détection tout aussi rapide du défaut permettent de supprimer le défaut d'arc presque immédiatement après son apparition. L'ensemble du processus, de la détection de l'arc électrique à son extinction, prend moins de 4 ms. Grâce à cette durée d'arc extrêmement courte, les effets sont réduits au strict minimum.

Les défauts d'arc sont repérés avec certitude grâce au système de détection optique (lumière) et électrique (courant) du système UFES. La zone de protection choisie est surveillée en permanence au moyen de capteurs photosensibles. Différents types de capteurs sont disponibles. Les capteurs à lentille perçoivent la lumière grâce à une petite optique placée au bout d'un câble de fibre optique relié à l'électronique. Ils surveillent de petites zones fermées du tableau de commande comme le compartiment du disjoncteur ou du raccordement de câbles. L'avantage : l'emplacement du défaut est rapidement et clairement identifié. Les capteurs en boucle, quant à eux, ont la capacité de capter la lumière sur toute la longueur d'un câble de fibre optique non gainé. Ainsi, cette technologie offre entre autres un avantage financier

non négligeable, car un seul capteur permet de couvrir une large zone de protection. L'aspect optique est généralement combiné avec l'aspect électrique. Si le système de détection de la quantité d'électricité actuelle s'aperçoit que la valeur seuil établie est dépassée, le système reçoit également le deuxième critère de déclenchement pour identifier un défaut d'arc sans erreur possible.

C'est l'élément primaire qui marque la différence déterminante. Outre la nécessité de reconnaître le défaut d'arc rapidement et clairement en tant que tel, l'autre défi consiste à le supprimer le plus vite possible. Dans le cas de l'UFES, ce sont trois PSE connectés entre le jeu de barres principal et un jeu de barres connecté à la terre qui s'en chargent. Chaque PSE constitue une unité autonome enveloppée de résine époxyde et équipée de son propre mécanisme d'entraînement et de commutation (figure 4). Avec ses 210 mm de hauteur et 137 mm de diamètre, le dispositif compact de commutation haute performance ressemble, vu de l'extérieur, à la forme simple d'un support isolateur 24 kV. En cas d'urgence, l'activation est effectuée par une chambre de coupure à vide spécialement conçue à cette fin. Non seulement la chambre de coupure à vide commute le courant de défaut en toute sécurité jusqu'à 100 kA, mais elle permet en plus, en position normale de déclenchement, de maintenir avec fiabilité la rigidité diélectrique pendant toute sa

durée de vie. Le mécanisme d'entraînement distingue le PSE des dispositifs de commutation habituels. Il abrite un microgénérateur de gaz ultrarapide dont le fonctionnement ressemble à celui des générateurs de gaz des airbags automobiles. Après un déclenchement électrique, la pression de gaz pousse le contact de commutation mobile à travers la chambre de commutation à vide jusqu'à ce que ce dernier s'enclenche sans rebond et de manière permanente dans le contact fixe. Comparé à un disjoncteur moyenne tension, le contact d'enclenchement du PSE est 30 fois plus rapide: après réception du signal de commande, l'ensemble du processus d'enclenchement ne dure pas plus de 1,5 ms.

Pour toutes les installations

En résumé, le défaut d'arc représente une situation dangereuse qui peut être efficacement combattue à l'aide de différents systèmes de protection. Grâce au système de protection active contre les défauts d'arc, la sécurité des installations électriques de basse et moyenne tension peut être considérablement augmentée. Les conséquences, qui pourraient être très graves, sont évitées et les installations concernées peuvent être remises en service après une rapide procédure d'élimination de l'origine du défaut. De plus, les phénomènes marginaux, tels que les émissions optiques et acoustiques ainsi que celles de gaz toxiques dans l'air ambiant, sont fortement réduits.

Le système décrit, conçu pour des tensions assignées allant jusqu'à 40,5 kV et des courants de courte durée assignés de 100 kA au maximum, peut en principe être intégré à tout poste blindé résistant aux courts-circuits, neuf ou déjà installé. Le système de protection active s'avère être une solution efficace, notamment dans les secteurs où la disponibilité de l'alimentation électrique est essentielle ou lorsqu'une protection renforcée des personnes est recherchée. De par sa grande utilité en cas d'urgence, ce système peut être comparé par transposition à une « assurance » pour les postes blindés. Néanmoins, la protection active peut également représenter une solution là où les mesures passives ont atteint leurs limites. Dans les locaux d'installation où l'accessibilité est réduite ou dans les zones peu résistantes à la pression, le système d'extinction ultrarapide des défauts d'arc peut même être la seule solution réalisable, dans la mesure où il est impossible de mettre en place des systèmes de canaux de surpression.

Lien

→ Une vidéo de démonstration est disponible dans la version en ligne de cet article. www.bulletin.ch/fr/news-detail/extinction-ultrarapide.html

Auteurs

Wolfgang Hakelberg est product manager chez ABB Calor Emag.

→ ABB AG, DE-40472 Ratingen
→ wolfgang.hakelberg@de.abb.com

Stephan Keller est chef du secteur « Engineering & product management » chez ABB Sécheron.

→ ABB Sécheron SA, 1217 Meyrin
→ stephan.keller@ch.abb.com

Branchenlösungen zu Netzkosten

Jetzt bestellen und profitieren!

VSE/AES Datenpool®

Das ideale Instrument für die strategische Kosten- und Investitionsplanung, mit Vergleichsmöglichkeit zu anderen Unternehmen.

www.strom.ch/datenpool

NEKAS

Branchentool zur effizienten und professionellen Abwicklung des Regulierungsprozesses für Schweizer Verteilnetzbetreiber. Von der Anlagenbuchhaltung bis zu den ECom-Reports.

www.strom.ch/nekas

