

Document technique

Protection contre la surcharge ou les courts-circuits?


Les courts-circuits et les surcharges demandent beaucoup des disjoncteurs. Il est très important que les ingénieurs sachent comment prévoir et prévenir ces dangers, lors de la conception de leurs circuits.

Les disjoncteurs sont utilisés dans une foule de situations différentes. Ils peuvent être fixés sur le panneau de disjoncteurs, où ils protègent les circuits de dérivation, ou intégrés à l'équipement qu'ils protègent. Puisqu'ils sont si courants, il n'est pas surprenant que la protection contre la surcharge et les courts-circuits qu'ils fournissent soit vitale pour le circuit.

L'interruption d'un courant de court-circuit limité uniquement par la résistance du câblage est un test très intense pour le disjoncteur. Si la capacité d'interruption du disjoncteur n'est pas adéquate, il peut littéralement exploser. Le disjoncteur traite différemment des courants de surcharge qui atteignent de 2 à 5 fois sa capacité nominale et il doit souvent pouvoir supporter ce genre de tension pendant un certain temps avant de faire disjoncter le circuit. Le présent document technique présente des astuces pour déterminer la tâche principale que le disjoncteur doit réaliser, et pour choisir le disjoncteur approprié selon l'application.

La protection contre les courts-circuits et les surcharges est le principal aspect à considérer, lorsqu'on choisit un disjoncteur. Une branche de circuit alimentée par une tension de 480 V aura besoin d'une protection contre les courts-circuits atteignant des dizaines de milliers d'ampères. Pour cette raison, les tableaux de disjoncteurs sont dotés de disjoncteurs destinés à la protection des circuits de dérivation et listés sous la norme UL 489, « *Standard for Molded-Case Circuit Breakers and Circuit Breakers Enclosures* » (Normes pour disjoncteurs à boîtier moulé et enveloppes de disjoncteur). Ces tableaux sont classés selon leur capacité nominale, pouvant aller de 5 000 à 50 000 ampères, voire plus.

Un disjoncteur intégré à un appareil protège généralement l'équipement en lui-même. La norme à considérer dans ce cas est l'UL 1077, « *Standard for Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment* » (Normes pour la protection supplémentaire à l'usage dans l'équipement électrique). Dans la terminologie des UL, les dispositifs conformes à l'UL 1077 sont appelés « protecteurs supplémentaires », et considérés comme « composants reconnus » (par opposition

aux « composants listés »). Ils sont identifiés par le symbole  et sont souvent appelés « disjoncteurs pour l'équipement » (CBEs). Même si les disjoncteurs UL 489 et les disjoncteurs UL 1077 protègent contre les courts-circuits et les surcharges, les disjoncteurs UL 1077 se concentrent davantage sur les surcharges, parce qu'ils sont toujours en aval d'un disjoncteur UL 489.

Protection contre les courts-circuits

Tous les disjoncteurs sont testés pour faire face aux courts-circuits, mais la sévérité d'un court-circuit dépend de la position du disjoncteur par rapport au circuit. Les disjoncteurs ne continueront pas tous à fonctionner après avoir interrompu un court-circuit. Les normes UL 489 et UL 1077 ont des exigences différentes.

L'UL 489 requiert que le disjoncteur continue de fonctionner après une interruption d'un court-circuit. L'UL 1077, l'IEC et l'EN 60934 autorisent la destruction sécuritaire d'un disjoncteur après l'interruption d'un court-circuit. La survie ou la destruction du disjoncteur dépend de l'intensité du court-circuit. Qu'elles soient ou non mentionnées dans les fiches techniques, tous les disjoncteurs ont deux capacités nominales d'interruption du courant : l'une indique l'intensité maximale que le disjoncteur peut supporter après l'interruption d'un court-circuit sans être mis hors service (les termes utilisés sont « pouvant rester en service » ou « étalonné après le test »). La norme EN 60934 appelle cette capacité PC2. La norme UL 1077 l'identifie comme la valeur SC2.

L'autre capacité nominale d'interruption du courant (en général beaucoup plus élevée) indique l'intensité de courant maximale que le disjoncteur peut interrompre de façon sécuritaire (c'est-à-dire sans provoquer d'incendie). Cependant, cette intensité pourra mettre le disjoncteur hors service (« mise hors service » ou « non étalonné après le test »). La norme EN 60934 l'appelle cette capacité PC1, tandis que la norme UL 1077 l'identifie comme la valeur SC1. Certains fabricants indiquent les deux capacités, mais nombre d'entre eux n'en indiquent qu'une.

Protection contre les surcharges

Les surcharges peuvent être des surcharges de courte durée ou de longue durée. Le dispositif de protection choisi doit ne pas être déclenché si la surcharge est momentanée ou de courte durée (considérée comme normale pour l'équipement protégé). Les appareils électroniques, par exemple, peuvent occasionner des courants d'appel intenses, lors du démarrage ou de l'allumage de l'alimentation interne et du circuit filtrant. Ces courants d'appel ne durent généralement qu'une fraction de seconde et ne causent normalement pas de problème. Un autre genre de surcharge de courte durée est l'impulsion d'amorçage, occasionnée par le démarrage d'un moteur électrique. La majorité des moteurs, en particulier ceux qui démarrent sous charge, requièrent un courant beaucoup plus intense au démarrage. D'autres surcharges, pourtant toujours normales, peuvent durer plus longtemps. Par exemple, un équipement entraîné par un moteur électrique peut occasionner, pendant plusieurs minutes, une surintensité dépassant la normale de 50 %. Le disjoncteur ne devrait donc pas se déclencher dans un tel cas. Si la surcharge dure plus longtemps que la normale, le disjoncteur devrait alors se déclencher pour empêcher la surchauffe de l'équipement. La courbe de déclenchement détermine le comportement d'un disjoncteur et définit les surcharges normales et les surcharges anormales.

Courbe de déclenchement

Quatre courbes de déclenchement sont possibles, selon le type de disjoncteur : thermique, thermomagnétique, hydromagnétique et magnétique. Chaque courbe détermine le processus de déclenchement du disjoncteur, selon la durée et l'intensité du courant. Chaque disjoncteur présente aussi des caractéristiques mécaniques distinctes.

Les disjoncteurs thermiques sont composés d'une bande ou disque bimétallique réagissant à la chaleur. Cette technologie offre une courbe de caractéristique plus lente, capable de faire la différence entre une surcharge temporaire sécuritaire et une surcharge prolongée anormale. Ce type de disjoncteur est adapté aux machines ou aux véhicules qui requièrent un courant d'appel intense au moment de l'allumage des moteurs électriques, des transformateurs et des solénoïdes. Certains disjoncteurs thermiques utilisent un élément de fil chaud, qui assure un déclenchement plus rapide. Ces disjoncteurs à fil chaud sont des solutions à faible coût, adaptées aux appareils électroménagers et aux circuits imprimés, entre autres.

Les disjoncteurs thermomagnétiques réunissent les avantages des disjoncteurs thermiques et ceux des disjoncteurs magnétiques. En effet, ils offrent un retard de déclenchement similaire à celui d'un disjoncteur thermique, qui empêche le déclenchement prématuré si un courant d'appel normal est nécessaire. Cependant, un solénoïde magnétique assure une réponse rapide si un courant trop intense est détecté.

Les disjoncteurs thermiques et thermomagnétiques sont sensibles à la température ambiante. Cependant, il est possible de choisir des disjoncteurs capables de s'adapter à de grandes différences de température.

Un disjoncteur magnétique peut être combiné à un élément hydraulique temporisé pour qu'il puisse tolérer les surintensités transitoires. Ces disjoncteurs hydromagnétiques présentent le même genre de courbe à deux phases que les disjoncteurs thermomagnétiques. Le déclenchement est retardé, lors de surintensités normales, mais le déclenchement se fera rapidement en cas de court-circuit. De nombreux disjoncteurs hydromagnétiques sont disponibles avec des courbes de déclenchement variées, s'adaptant ainsi à différents usages. Les disjoncteurs hydromagnétiques ne sont pas sensibles à la température ambiante, par contre, leur positionnement affectera leur fonctionnement. Ils doivent être installés sur une surface verticale plate, pour empêcher que la force de gravité ne gêne le mouvement du solénoïde. S'ils sont positionnés différemment, leur capacité nominale devrait être réduite en conséquence.

Les disjoncteurs purement magnétiques fonctionnent à l'aide d'un solénoïde et se déclenchent presque instantanément, dès que le courant de déclenchement est atteint. Leur courbe de déclenchement est parfaitement adaptée aux équipements fragiles, tels que les appareils de télécommunication et les circuits imprimés, ainsi qu'à certains dispositifs de commande nécessitant des interruptions causées par des impulsions.

Conclusion

Plusieurs normes UL s'appliquent aux disjoncteurs et aux autres dispositifs de protection utilisés dans différents équipements. Le choix minutieux du dispositif de protection approprié économisera des sommes considérables et améliorera la protection du circuit projeté. Le professionnel chargé du projet doit faire des recherches et prendre le temps d'évaluer et de choisir le dispositif approprié. Il s'agit d'un effort qui en vaut la peine, si l'on considère l'économie d'argent qui en résulte.