

Ne coupez pas!

Des commutateurs de transfert ultrarapide pour fiabiliser les lignes de production

Luciano Di Maio, Carlo Gemme, Ralf Krumm

A la maison, une panne de courant peut être désagréable, mais ses conséquences seront rarement dangereuses ou coûteuses. Il n'en va pas de même dans l'industrie. Les chaînes de fabrication, plus spécialement les lignes en continu des usines automobiles, de semi-conducteurs ou de papier, ou encore des sites logistiques ou imprimeries, sont particulièrement vulnérables aux coupures de courant. En cas de coupure, des équipements de production clés peuvent être gravement endommagés avec des préjudices financiers désastreux.

Pour se prémunir contre ce type de risque, ABB a développé le système de transfert ultrarapide HSTS (*High Speed Transfer System*). En plus d'assurer la continuité de service, il anticipe les coupures de courant et détecte les creux de tension pour basculer sur une autre source d'alimentation en moins d'une période et demie. Ces fonctionnalités inédites en font un outil de sécurité pour les équipements essentiels à la production.



Le système HSTS est un commutateur de transfert ultrarapide, doté de nouveaux actionneurs à électronique de puissance et de fonctions améliorées de contrôle-commande et de protection, et conçu pour s'intégrer aux tableaux moyenne tension (MT). Le contrôle-commande et la surveillance en temps réel de la qualité de l'électricité des deux lignes d'alimentation sont réalisés par un nouveau logiciel qui commande également les disjoncteurs chargés du basculement sur l'autre ligne en cas de transitoires ou de coupure brève. Ce transfert intervient en général en moins d'une période et demie, délai que la plupart des systèmes de transfert traditionnels ne peuvent égaliser.

Ce temps de basculement très court a son importance car les procédés de fabrication dépendent d'une qualité constante de fourniture d'énergie, les coupures même très brèves pouvant endommager les équipements et être coûteuses pour l'entreprise. Du fait de la multiplicité de l'électronique de commande et d'équipements tout aussi sensibles au sein des usines modernes,

une microcoupure peut entraîner l'arrêt complet de la production. La défaillance des systèmes de fabrication informatisés, par exemple, peut interrompre les lignes de production et bouleverser les calendriers d'exploitation. Les temps d'arrêt coûtent cher et la remise en production des équipements sensibles après chaque creux de tension peut paralyser une entreprise.

Le système de transfert ultrarapide ABB est un outil de renforcement de la qualité de l'alimentation électrique – et des marges bénéficiaires d'une entreprise – parce qu'il anticipe les creux de tension puis bascule quasi instantanément sur une source d'énergie de secours.

L'innovation au service de l'énergie électrique

Le système HSTS est un bon exemple de dispositifs intelligents ABB de nouvelle génération, réunissant en un seul appareil technologies avancées de l'électronique de puissance et du contrôle-commande, pour les applications de gestion et de protection des réseaux MT.

Le système qui s'intègre dans les tableaux MT est constitué de disjoncteurs à vide et à actionneurs magnétiques ultrarapides, combinés à une architecture de contrôle-commande et un algorithme logiciel développés pour la nouvelle génération de contrôleurs de cellules REF542plus.

Disjoncteur à vide et à actionneur magnétique rapide

En 1997, ABB introduisait une nouvelle gamme de disjoncteurs MT à actionneur magnétique, en remplacement de l'actionneur à ressort traditionnel [1]. Le nombre réduit de pièces de l'actionneur magnétique de même que sa mécanique simplifiée autorisaient une conception plus compacte et un plus grand nombre de manœuvres. Le retour d'expérience corroborait peu après la fiabilité accrue de cette solution par rapport à la solution précédente.

Autre avantage de l'actionneur magnétique: l'aptitude à la commande du courant des bobines – atout important eu égard aux caractéristiques dynamiques de la commutation rapide.



1

Tableau avec système de transfert ultrarapide et disjoncteurs rapides VM1 T



Grâce à ces nombreux atouts, le disjoncteur à vide de type VM1 T avec actionneur magnétique offre des temps de manœuvre extrêmement courts et une fiabilité maximale.

Malgré les contraintes que cette commutation instantanée impose aux composants, le disjoncteur VM1 T présente une durée de vie de 20 000 manœuvres de fermeture-ouverture pour les mêmes caractéristiques nominales que la version standard du disjoncteur et avec le même degré de fiabilité.

Contrôleurs REF542plus et SUE 3000

REF542plus est la deuxième génération de contrôleurs développée par ABB dans le cadre de sa démarche d'intégration des équipements de contrôle-commande et de protection des cellules, avec des fonctions particulièrement importantes pour les applications dans les tableaux MT et la commande à distance. Il comporte une unité de commande (unité centrale) et une interface homme-machine déportée. L'unité de commande modulaire est basée sur un microprocesseur DSP avec fonctions dédiées de mesure et de protection, ainsi que sur une architecture à micro-

contrôleur qui assure une complète maîtrise de la programmation.

Les unités centrales des contrôleurs REF542plus ont l'avantage de fonctionner avec d'autres unités centrales pour résoudre des tâches complexes de contrôle-commande du système HSTS dans lesquelles la rapidité et la précision sont d'une importance extrême.

Les nouvelles fonctions de calcul de même que la plus grande largeur de bande permettent l'intégration totale des fonctions de protection et de gestion de la qualité de l'alimentation électrique, de même que des fonctions de supervision de l'appareillage et de contrôle-commande des postes électriques. Les technologies de télécommunication les plus pointues, essentielles à la télésurveillance des cellules, font partie intégrante du contrôleur.

L'unité de commande SUE 3000 vérifie que le transfert s'opère sans problème en moins de 30 ms. Cette unité de commande de nouvelle génération est basée sur l'architecture REF542plus et capitalise l'importante expérience de

l'entreprise dans les applications de transfert ultrarapide.

Pour résumer, le contrôleur REF542plus supervise automatiquement l'état fonctionnel, prend en temps réel des décisions de protection et de reconfiguration, et commande la manœuvre des disjoncteurs selon les délais et la séquence indispensables pour minimiser les transitoires et prévenir toute coupure d'alimentation électrique.

Différentes configurations

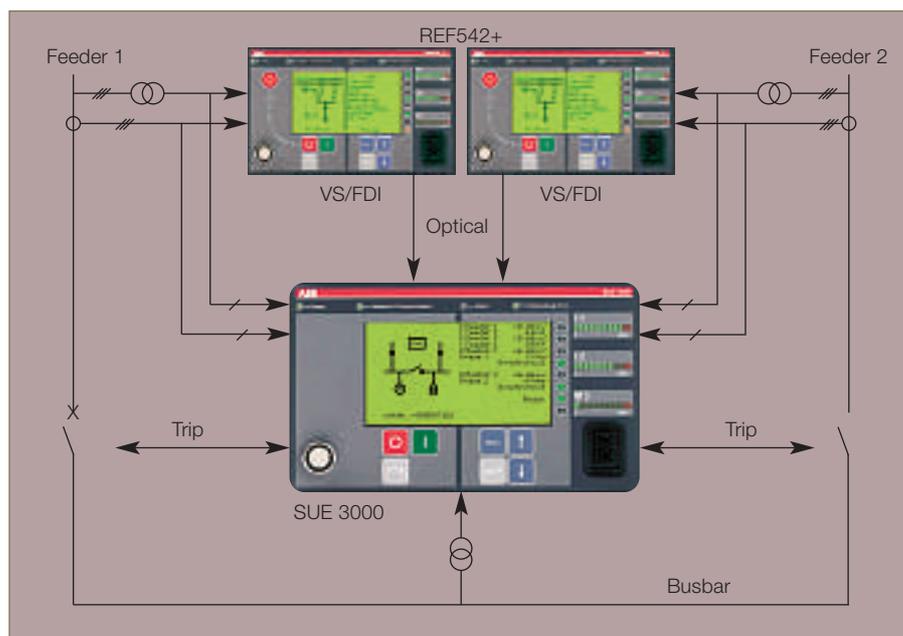
Le commutateur de transfert est simple à installer. Une connexion contrôleur-PC intégrée hautes performances avec une interface graphique conviviale garantit une programmation aisée pour une personnalisation de chaque installation.

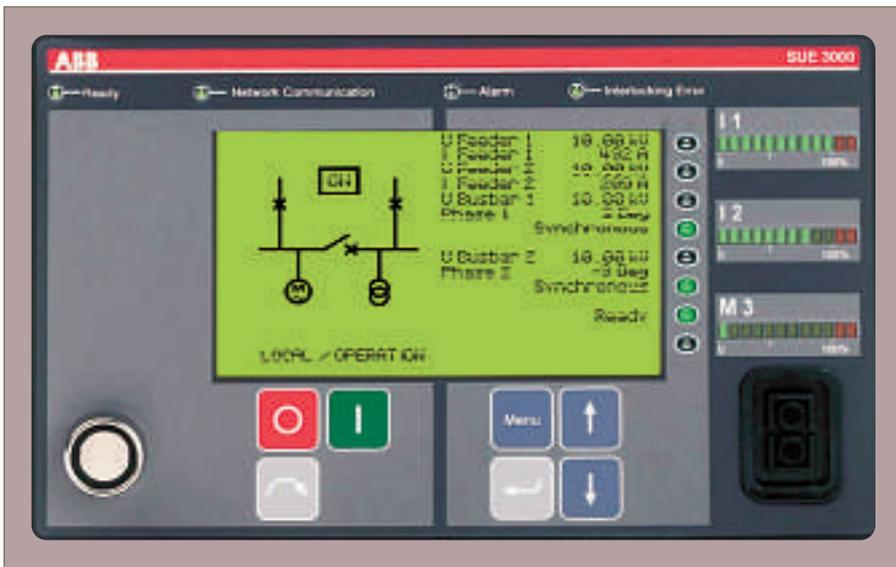
On distingue deux configurations d'installation types [2]:

- *Configuration à deux disjoncteurs:* une ligne (ex., feeder 1 de 2) alimente normalement le jeu de barres de l'installation (disjoncteur fermé; le disjoncteur de l'autre ligne est ouvert). En cas de détection de creux/perde de tension dans la

2

Architecture d'un système HSTS dans une configuration à deux disjoncteurs





ligne 1, le système HSTS bascule la charge sur la ligne de secours (*feeder 2*) en moins de 30 ms.

- **Configuration à trois disjoncteurs:** dans ce cas, la charge est répartie entre deux tronçons du jeu de barres pour assurer une redondance, le couplage de barres étant normalement ouvert et les deux disjoncteurs de ligne fermés 3. Un défaut dans l'une des deux lignes provoque l'ouverture du disjoncteur de cette ligne et la fermeture du couplage de barres, de sorte que le courant est fourni au jeu de barres de l'installation par l'autre ligne.

Deux contrôleurs REF542*plus*, raccordés à l'unité de commande SUE 3000 par une liaison optique, surveillent les défauts d'alimentation sur les lignes et émettent tous les ordres de fermeture-ouverture des disjoncteurs.

Différents modes de transfert

Le mode de transfert varie selon la source du signal (commande manuelle, locale ou à distance, ou encore externe via le système de protection) et les variables concernées, à savoir tension, fréquence, angle de phase des deux sources d'énergie.

Transfert rapide: après vérification de la synchronisation et de la concordance des phases des lignes principale et de secours, les ordres d'ouverture et de fermeture sont donnés simultanément aux disjoncteurs en question, sur quoi le transfert intervient sans coupure en une période et demie 4.

Transfert à la 1^{ère} concordance de phases: si les deux lignes d'alimentation ne sont pas synchronisées au moment de l'émission de l'ordre, un «transfert à la 1^{ère} concordance de phases» intervient. Cela signifie que l'ordre d'ouverture est immédiatement donné et que la ligne de secours est raccordée au point de différence minimale entre la tension de la ligne de secours et celle du jeu de barres 5. Le temps de transfert moyen se situe entre 250 et 500 ms, le temps réel dépendant uniquement du comportement de la charge à la tension résiduelle.

Transfert sur tension résiduelle: ce mode de transfert intervient lorsque les conditions d'un transfert rapide ne sont pas remplies et qu'un transfert à la 1^{ère} concordance de phases n'est pas réalisable. Pour commencer, le disjoncteur est ouvert et la chute de tension sur le

jeu de barres est surveillée. Dès qu'une valeur de tension résiduelle prédéfinie est atteinte, la ligne de secours est fermée. On garantit ainsi que la différence de tension maximale possible entre le jeu de barres et la ligne de secours (en cas d'opposition de phases) ne dépasse pas une valeur définie, limitant les transitoires de couple appliqués aux moteurs de l'installation lorsque le jeu de barres est raccordé à la ligne de secours.

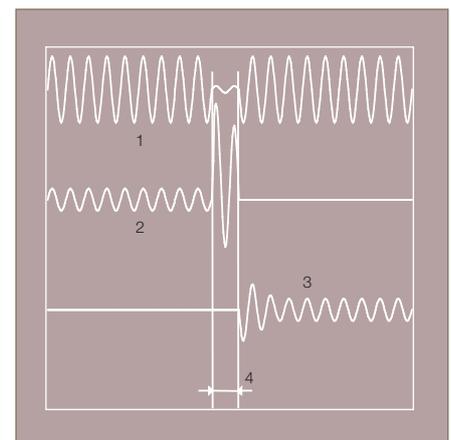
Transfert synchronisé: ce mode de transfert est mis en œuvre si la tension du jeu de barres ne peut être surveillée. La ligne de secours est fermée après un délai fixe pré réglable. Ce délai doit toujours être plus long que le temps de transfert maximum dans le cas d'un transfert sur tension résiduelle, cela pour s'assurer que la tension chute sous la valeur de tension résiduelle.

Le plus du système HSTS

Si une coupure de courant est un incident qui n'est ni banal, ni fréquent, toutes les entreprises doivent l'envisager, même celles dotées de réseaux de distribution performants. Les données

4

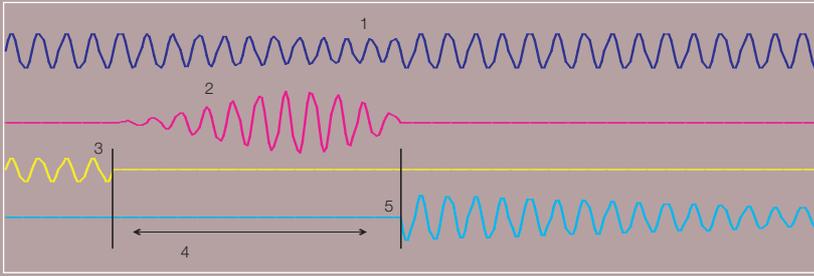
Formes d'onde lors du transfert rapide entre lignes synchronisées



1 = tension du jeu de barres
2 = courant ligne principale avant transfert
3 = courant ligne de secours après transfert
4 = temps mort

5

Transfert à la 1^{ère} concordance de phases. Si les deux lignes d'alimentation ne sont pas synchronisées, la ligne de secours est raccordée 250 à 500 ms après émission de l'ordre d'ouverture du disjoncteur de la ligne principale.



1 = tension du jeu de barres

2 = tension différentielle ($U_{j0} - U_{secours}$)

3 = courant de la ligne principale avant transfert

4 = temps mort

5 = courant de la ligne de secours après transfert

de qualimétrie issues d'études sur les réseaux de distribution [3] montrent que les temps moyens de coupure dans le monde industriel vont de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de minutes/client/an, avec 1 à 5 événements/client/an; la majorité de ces événements trouvent leur origine dans les réseaux MT.

La plupart des grands sites de production avec des procédés sensibles sont aujourd'hui alimentés par deux lignes indépendantes et dotés de systèmes de transfert automatique pour se protéger des coupures de courant. En cas de coupure de la source d'énergie principale, l'appareillage de protection déclenche et bascule sur la source secondaire. Toutefois, ces systèmes peuvent avoir des temps de réponse lents et ne réagissent normalement pas aux creux de tension ni aux coupures potentielles.

Le système de transfert ultrarapide HSTS d'ABB offre aux clients une protection instantanée contre les coupures et veille au maintien de la qualité de l'alimentation [4].

Du fait des temps de manœuvre courts, le décalage de phase entre le jeu de barres et la source secondaire est minimum en cas de perturbation et les deux lignes restent synchronisées.

De même, l'utilisation d'un gros disjoncteur évite l'installation d'un deuxième disjoncteur pour la protection de la ligne. Avec un pouvoir de court-circuit de 25 kA (courant de coupure) et un courant nominal de 1250 A, les disjoncteurs sont adaptés à la fois aux applications de protection standard et aux applications avec système HSTS.

Un outil d'amélioration de la qualité du courant

Intégrant actionneurs à électronique de puissance et fonctions avancées de contrôle-commande et de protection, le système HSTS d'ABB offre une réelle valeur ajoutée pour la gestion de la qualité de l'énergie électrique; il supprime les problèmes engendrés par les coupures brèves/longues et, grâce au transfert ultrarapide, ceux dus aux creux de tension pour les charges critiques.

Le transfert automatique sur une ligne électrique non perturbée en moins d'une période et demie évite les coûteux arrêts de production et améliore la qualité du courant sur le jeu de barres protégé, tout en assurant une protection intégrale contre les courts-circuits.

Luciano Di Maio

Carlo Gemme

ABB T&D SpA

IT-24044 Dalmine

Italie

luciano.di_maio@it.abb.com

carlo.gemme@it.abb.com

Ralf Krumm

ABB Calor Emag Hochspannung GmbH

DE-68167 Mannheim

Allemagne

ralf.krumm@de.abb.com

Bibliographie

- [1] **E. Dullni, H. Fink, C. Reuber:** A vacuum circuit breaker with permanent magnetic actuator and electronic control. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.
- [2] **R. Heinemeyer, R. Tinggren, R. Krumm:** High speed transfer system. ABB Power Distribution (2000), DECMS 2241 00 E.
- [3] **T. E. Grebe:** Statistical analysis of voltage dips and interruptions – final results from the EPRI distribution system power quality monitoring survey. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.
- [4] **K. Jantke, R. Krumm, R. Vieille:** 30-ms-Schnellumschaltssystem für eine optimierte Energieversorgung. ETZ 22 (2001).