

# Coup de foudre

pour les courants porteurs en ligne  
Stefan Ramseier, Hermann Spiess

La sécurité et la fiabilité du transport d'énergie imposent la coordination permanente de différents points du réseau. Du simple coup de fil échangé entre deux agents d'exploitation à la téléconduite et à la télésurveillance d'équipements disséminés, une infrastructure de communication robuste et sûre est indispensable au fonctionnement optimal du système. Les exploitants de réseaux électriques utilisent à cette fin un large éventail de canaux de transmission, y compris leurs propres lignes.

ABB cumule 64 années d'expérience dans le transfert de données sur câble électrique. Dotée de fonctionnalités étendues, sa toute dernière innovation «ETL600» marque une nouvelle avancée dans la technologie des courants porteurs en ligne (CPL). Facilité et rapidité de configuration matérielle, évolutivité logicielle... Quelques clics suffisent pour propulser durablement les clients d'ABB aux avant-postes du progrès technique.

Un réseau de communication performant est la clé de voûte d'un système électrique moderne. Qu'il s'agisse de coordonner leurs actions ou d'échanger toutes sortes de données opérationnelles, les grands électriciens ont foncièrement besoin de communiquer. Les missions du réseau sont multiples : véhiculer les signaux de téléconduite des postes non gardiennés, rapatrier les informations et mesures de consommation à la salle de commande, diffuser des ordres aux sites distants... Sur cette dorsale du système électrique transitent nombre de signaux d'importance capitale, en temps réel, pour optimiser la commande et la protection des installations. Bref, le réseau de communication est garant de la continuité de la desserte électrique, du producteur au consommateur.

Dans ce domaine, les systèmes de communication ont longtemps été majoritairement constitués de modules matériels, taillés aux spécifications du client. Aujourd'hui, les systèmes embarqués, à l'image de l'ETL600 d'ABB, reposent sur un puissant socle matériel adaptable, étayé de «briques» logicielles multifonctions. L'ensemble autorise la configuration, en quelques clics, d'un système élaboré, ouvert aux extensions futures par téléchargement d'additifs logiciels.

### Communications par courants porteurs : mode d'emploi

L'expertise d'ABB en matière de transmission de données sur réseau électrique est le fruit d'une multitude de réalisations dans plus de 140 pays. Cet héritage, associé à des solutions éprouvées, revêt surtout de l'importance dans l'acheminement des signalisations de protection permettant de supprimer au plus vite un défaut de ligne ou d'isoler les équipements primaires d'une centrale directement touchée par une défaillance, tout en préservant la disponibilité des autres équipements.

Les gains de performances et les enrichissements fonctionnels des systèmes de communication ABB augmentent le nombre et la qualité des informations mises à la disposition des équipes d'exploitation et de gestion. Garantir à toutes les unités opérationnelles d'une société d'électricité un accès rapide à cette information se traduit par la possibilité d'utiliser ces données pour la commande à distance des postes électriques comme pour l'analyse des performances, tout en comprimant les coûts de fonctionnement et de maintenance. Les réseaux électriques modernes doivent impérativement compter sur des services de communication puissants et fiables pour piloter, superviser et administrer les opérations du système électrique **2**.

Les fulgurants progrès technologiques de ces dernières années et l'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie ont bouleversé les exigences de communication des électriciens sur leurs réseaux longue distance. Pour y répondre, trois solutions sont en présence : CPL, câble optique et radio.

Les CPL industriellement éprouvés jouent un rôle prépondérant que justifie leur fiabilité, leur coût modique et leur longue portée. Pour des capacités de transmission supérieures, les systèmes large bande, sur fibre optique, peuvent traiter des données électriques tant opérationnelles qu'administratives et, selon la stratégie de

**1** Vue d'ensemble d'un réseau de communication



l'électricien et la réglementation en vigueur, fournir des services télécoms. Si les liaisons radio ne se limitent pas au tracé des lignes électriques, elles peuvent, dans certains cas, avantageusement s'y substituer, en particulier pour réduire la fracture numérique dans les zones de couverture difficile (reliefs, sites isolés...).

### Cette technologie permet de véhiculer l'énergie électrique mais aussi des signaux de communication.

Les transmissions sur réseau électrique ont plusieurs applications types : interconnexion de réseaux locaux, vidéo-surveillance, télédiagnostic et télé-maintenance, automatisation de la distribution, télérelève des compteurs et services télécoms classiques.

Au nombre des grandes applications de « communications opérationnelles » figurent la conduite du système électrique, la protection des lignes et la téléphonie à des fins d'exploitation. Cet article se consacre aux deux premières, essentielles au fonctionnement du système électrique.

La disponibilité de la fourniture électrique est largement tributaire de la fiabilité du système de conduite. Les appareils de contrôle-commande et, en particulier, les équipements de transmission, doivent garantir un fonctionnement sans faille, dans les conditions les plus défavorables. Les deux applications clés de conduite du sys-

tème électrique sont la télé-gestion (SCADA) et la gestion de l'énergie (EMS).

Les équipements de téléprotection, qui opèrent avec la protection des lignes, doivent être capables de transmettre en toute fiabilité un signal à l'extrémité de la ligne, dans les délais les plus brefs et les conditions de bruit extrême que peut engendrer le système électrique en défaut. Par ailleurs, un canal de transmission parasite ne doit jamais occasionner de manœuvre

intempestive de la protection en simulant, par exemple, un déclenchement ou un blocage du signal en réception alors qu'aucun signal de cette nature n'est émis en bout de ligne.

### La pertinence du CPL

Les équipements CPL sont utilisés depuis longtemps par les sociétés d'électricité pour acheminer des informations indispensables à l'exploitation et à la protection du réseau : transmissions vocales, commandes de protection, signaux de contrôle... Cette technologie permet de véhiculer l'énergie électrique à 50 Hz ou 60 Hz mais aussi des signaux de communication sur une onde haute fréquence, entre 40 kHz et 500 kHz. Des coupleurs spéciaux relient les terminaux de communication aux lignes électriques haute tension.

Emprunter les conducteurs d'énergie pour transiter des données est une solution séduisante à plus d'un titre : l'infrastructure en place assure non seulement une liaison des plus directes pour la téléprotection (où la vitesse est capitale) mais elle est aussi fiable et maîtrisée par l'électricien, critère d'importance surtout dans les pays dont les télécoms sont ouvertes à la concurrence. De plus, le réseau électrique constitue un excellent support de propagation sur de très longues distances (plusieurs centaines de kilomètres), sans répéteur.

### Un média porteur d'avenir

Depuis la première expérimentation CPL d'ABB, en 1942 **3**, des milliers de liaisons ont été installées dans plus de 120 pays, à des niveaux de tension

## Technologie des systèmes embarqués

atteignant 1100 kVCA et 500 kVCC, sur un total de plus d'un million de kilomètres.

Tout au long de ces 64 années, chaque nouvelle génération d'équipements CPL s'est appuyée sur le summum technologique de l'époque. Ainsi, nombreux sont les progrès accomplis ces dernières décennies en électronique et en télécommunications à se concrétiser dans le déploiement du CPL.

Les CPL d'origine utilisaient des valves et l'information était transmise selon quasiment le même principe que la radio AM d'aujourd'hui, à savoir la

modulation d'une onde purement analogique (en l'absence de tout signal binaire) à la fréquence souhaitée (par exemple, entre 40 et 500 kHz), avec duplication du signal transitant sur la ligne électrique (double bande latérale). Au début des années 50, la bande de fréquences – denrée déjà très rare – est réduite de moitié, éliminant le double du signal original (bande latérale unique, BLU): une technique encore de mise en CPL et dans certaines radiocommunications à ondes courtes. Au milieu des années 50, les valves cèdent le pas devant les premiers transistors au germanium qui sont à leur tour supplantés, au début des années 60, par les transistors au silicium

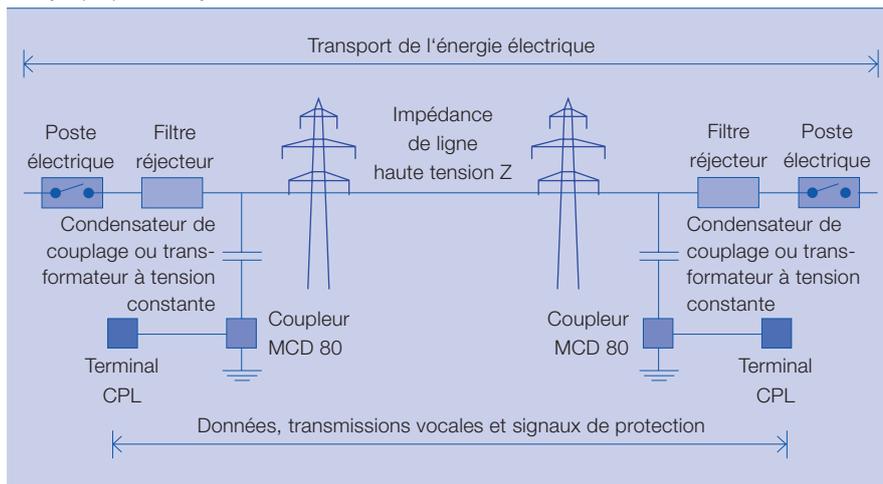
puis, au milieu des années 70, par les circuits intégrés. Début 90, l'utilisateur est en mesure d'adapter les courants porteurs à ses besoins en les « programmant » avec des commutateurs et des cavaliers.

Le tournant du siècle marque un nouveau saut technologique avec l'ETL500 d'ABB, premier CPL embarqué « numérique ». Le système n'est plus configuré par commutateurs ni cavaliers, mais principalement à l'aide d'une interface graphique sur PC. De même, les signaux internes de l'ETL500 ne sont plus traités en analogique, mais sous la forme d'une suite de bits. Nombre de composants analogiques complexes (oscillateurs, mélangeurs et filtres) sont remplacés par des opérations mathématiques exécutées en un temps record par un processeur numérique de signal (DSP), champion des grands calculs et composant clé de la révolution numérique.

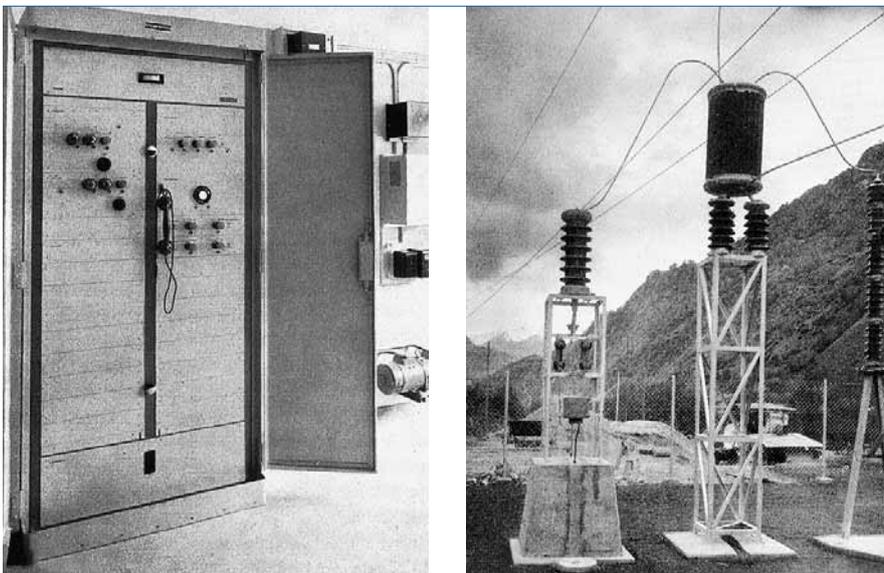
Les CPL d'origine utilisaient des valves et l'information était transmise selon quasiment le même principe que la radio AM d'aujourd'hui, à savoir la modulation d'une onde purement analogique.

Les premiers succès de la modulation et du codage numériques sont aussi à l'origine d'une autre avancée significative. Téléphone mobile, fax, CD et DVD, télévision satellite ou terrestre, radiodiffusion ou lecteur MP3... : le tout-numérique est notre quotidien. Pour cerner cette réalité, songez à l'historique de la transmission de données sur ligne téléphonique, couplée à un modem. Dès 1962, la modulation par déplacement de fréquence (FSK) autorise un débit de 300 bit/s (avis V21 de l'UIT-T). Quelque 30 ans plus tard, cette vitesse explose pour se hisser à 56 kbit/s (modems V90/V92)! L'ADSL annonce l'ère du très haut débit, sous réserve d'une bien plus large bande passante (d'ordinaire inutilisée en téléphonie).

2 Synoptique d'un système CPL



3 Une des premières installations CPL d'ABB, relatée par le *Brown Boveri Mitteilungen*, ancêtre de la *Revue ABB*, en janvier/février 1944 (Abb. 169 & 170)



Le CPL n'est pas en reste dans la course au progrès, même s'il a fallu adapter les principes de modulation et de codage de la transmission classique pour pallier le resserrement du spectre et le parasitage du canal, sans compter l'immensité des distances à parcourir! En 1999, ABB lance le tout premier CPL numérique à adaptation automatique de la vitesse (AMX500), avec des débits maxi de 28,8 kbit/s à 4 kHz ou de 64 kbit/s à 8 kHz. Là encore, l'évolution est spectaculaire.

#### **ETL600: un CPL embarqué et flexible**

Les progrès de ces dernières années ont favorisé le décollage des applications CPL, notamment par la fourniture d'une bande passante plus élevée, l'intégration dans les réseaux numériques, des améliorations fonctionnelles, ainsi que la facilité et la souplesse d'emploi. Ces nouvelles possibilités, associées aux avantages économiques et à la fiabilité dont jouit le CPL, expliquent le regain d'intérêt mondial pour cette technologie.

Le CPL ABB de toute dernière génération, l'ETL600, est un vrai système embarqué qui intègre et reprend, avec davantage de souplesse, de nombreux composants de ses prédécesseurs <sup>4</sup>. Cette nouvelle plate-forme multiservice couvre, en un seul système, toutes les applications CPL.

L'ETL600 est bâti sur une combinaison de technologies abouties associant matériel de pointe et logiciel dédié au traitement numérique du signal. L'utilisateur peut ainsi configurer le système en quelques clics sans avoir, comme dans le passé, à intégrer des

modules matériels supplémentaires en jonglant avec des cavaliers et commutateurs, voire des soudures. Outre sa convivialité et son exceptionnelle souplesse applicative, l'ETL600 garantit une compatibilité totale avec l'existant et l'environnement tout numérique des télécoms modernes, ainsi que des débits quadruplés par rapport aux systèmes de la concurrence.

### **Le nouveau mode d'exploitation haut débit de l'ETL600 trace la voie de la connectivité Ethernet/IP sur lignes électriques haute tension.**

En matière de sécurité, de fiabilité et de disponibilité, l'ETL600 dispose d'un atout supplémentaire: une haute protection contre la pollution électromagnétique et les dommages dus aux ondes de choc. Conformément aux normes CEM<sup>1)</sup> de rigueur, toutes les interfaces (ports de données compris) ont une isolation galvanique renforçant la protection contre les surtensions, les hausses de potentiel de masse et les boucles à la terre. L'ETL600 bénéficie aussi d'une fiabilité accrue grâce à ses autotests et diagnostics qui facilitent la mise en service et la maintenance.

#### **Entre communication et électricité, le courant passe**

Chaque bond technologique a pour effet d'accélérer et de perfectionner l'exécution de nos tâches quotidiennes. Mieux encore, il annonce une myriade de nouveautés applicatives. Les CPL traditionnels étaient essentiellement des liaisons point à point dont l'accès aux connexions point-multipoint était régi par les couches hautes des protocoles de télégestion (SCADA). Les transmissions CPL numériques, dotées de multiplexeurs, commutateurs ou routeurs, permettent d'interconnecter une multitude de liaisons CPL en un réseau maillé dont la capillarité offre une excellente parade aux défauts de ligne et promet de nouvelles applications, comme la surveillance, la commande et la protection à grande échelle. Qui plus est, la voix, encore largement transmise en analogique, peut être numérisée pour

économiser la précieuse bande passante des lignes électriques.

Les nouvelles fonctionnalités du CPL numérique permettent d'utiliser les systèmes modernes pour secourir et fiabiliser des services stratégiques, comme la télégestion et la téléprotection qui transitent normalement sur des supports large bande. En particulier, le nouveau mode d'exploitation haut débit de l'ETL600 trace la voie de la connectivité Ethernet/IP (pour l'interconnexion de réseaux locaux, par exemple) sur lignes électriques haute tension: une application inenvisageable par courants porteurs classiques.

La flexibilité et l'évolutivité des systèmes embarqués permettent d'élargir leur spectre fonctionnel avec de nouvelles versions logicielles, sans toucher au matériel.

Même si cet article a pour objet les courants porteurs, il importe de noter que tous les électriciens accomplissent d'immenses progrès en matière de communication, notamment dans le domaine des fibres optiques et des liaisons radio. ABB propose des solutions intégrées visant les applications sensibles de l'énergie, du pétrole, du gaz et du ferroviaire. Ses plus récents développements utilisent un seul et unique système de gestion de réseau pour piloter à distance la totalité des transferts de données.

Pour en savoir plus:  
<http://www.abb.com/utilitycommunications>

**Stefan Ramseier**

**Hermann Spiess**

ABB Utility Communication Systems

Baden (Suisse)

stefan.ramseier@ch.abb.com

hermann.spiess@ch.abb.com

#### **Note**

<sup>1)</sup> Parler de compatibilité électromagnétique (CEM) d'un appareil signifie qu'il ne perturbe pas son environnement (émission ou « EMI ») mais aussi qu'il est construit pour supporter un certain niveau de perturbations environnantes (sensibilité caractérisée par son « immunité » aux parasites).

<sup>4</sup> L'ETL600, à l'avant-garde de la technologie CPL

