Repousser les limites du comptage électrique

A3 ALPHA – une nouvelle génération de compteurs d'électricité

Peter Kerstetter

Imaginez un confiseur dont les clients sont des enfants qui viennent du monde entier, parlent des langues différentes et paient chacun avec leur monnaie. Il aura certainement du mal à les comprendre, à bien les servir et à ne pas se tromper dans ses calculs. Les compagnies d'électricité peuvent très bien se trouver dans la même situation pour la relève de leurs compteurs de différentes fabrications qui utilisent des protocoles de communication propriétaires. La solution? Normaliser les protocoles, ce que les fournisseurs d'électricité du monde entier réclament depuis des années. ABB a développé un compteur électronique, baptisé A3 ALPHA, conforme aux nouveaux standards ouverts et permettant de transmettre sans entrave les données de comptage dans un langage commun à l'industrie.

L'ouverture et la privatisation des marchés énergétiques mondiaux obligent les compagnies d'électricité à revoir leurs modes de fonctionnement. Elles doivent réduire au minimum leurs stocks et pérenniser leurs investissements, rationaliser les opérations de comptage et la transmission des données, réduire le coût de la collecte des données. Mais parallèlement, elles veulent être en mesure d'assurer la surveillance de la qualité de l'électricité fournie et de répondre rapidement à l'évolution des besoins de leurs clients.

ABB aide les compagnies d'électricité à relever ce défi avec son nouveau compteur électronique A3 ALPHA basé sur la technologie éprouvée et brevetée ALPHA. Depuis le lancement des premiers appareils en 1992, plus de 2 millions de compteurs ALPHA ont été vendus dans le

monde entier. En plus des fonctionnalités de la génération précédente, l'A3 ALPHA offre de nouvelles fonctions de comptage, de profil de courbe de charge et de qualimétrie (cf. *tableau*). Et, tout aussi important, il utilise le nouveau protocole ouvert de communication normalisé par ANSI pour la transmission des données de comptage.

Le compteur A3 ALPHA répond à une large palette de besoins. Le modèle d'entrée de gamme peut être configuré en usine pour des mesures de base monotarif de la consommation totale en kWh et de la puissance maximale en kW. Le modèle le plus complet peut être configuré en compteur bidirectionnel à plusieurs tarifs d'énergie active et réactive. D'autres fonctions standards permettent de mesurer la tension réseau, le courant, l'angle de phase et la puissance. Tous les modèles A3 ALPHA intègrent des fonctions d'auto-test vérifiant leur raccordement au réseau électrique. Ils peuvent également être configurés pour surveiller la qualité, pour détecter et enregistrer les pertes d'alimentation monophasées ou totales, les surtensions, les creux de tension et autres perturbations réseau. Ces événements peuvent être mémorisés, en même temps que les lectures de profil de charge et, ce qui est nouveau, les lectures de divers instruments de mesure.

La collecte des données de comptage devient de plus en plus complexe et les nouveaux compteurs électroniques doivent gérer cette complexité croissante. Alors qu'ABB et d'autres fabricants introduisaient des compteurs électroniques pour des structures tarifaires plus élaborées, la collecte des données de comptage débordait la simple lecture de 4 ou 5 cadrans et le relevé manuel des kilowattheures consommés. Les clients souhaitant à présent mesurer un plus grand nombre de grandeurs électriques, le comptage s'effectue le plus souvent de manière électronique, soit sur site avec une sonde optique et un ordinateur, soit à distance avec un système de lecture automatique des compteurs (LAC). Le compteur A3 ALPHA accepte plusieurs modes de télétransmission, notamment les modems téléphoniques intégrés avec fonction d'alerte en cas d'événements inhabituels, voire de coupure d'alimentation.

Mieux communiquer grâce aux standards ouverts

Au fil des ans, ABB et d'autres constructeurs ont mis sur le marché toute une gamme de compteurs d'électricité électro-

Tableau: Compteur A3 ALPHA d'ABB — principales caractéristiques

Caractéristiques		
Plage de tension nominale	120 – 480 V	
Plage de tension de fonctionnement	96 – 528 V	
Courant	0 à nombre d'ampères de la classe	
Fréquence nominale	50 ou 60 Hz ± 5 %	
Plage de température	– 40 ° à 85 °C à l'intérieur de l'enveloppe du compteur	
Humidité	0 à 100 % sans condensation	
Conformité aux normes ANSI	C12.1, C12.10, C12.20, C12.18, C12.19, C12.21	
Courant absolu	En continu : 120 % du courant maxi du compteur Temporaire (1 s) : 200 % du courant maxi du compteur	
Tenue aux surtensions	ANSI C37.90.1 (oscillations)	2,5 kV, 2500 (chocs)
	CEI 801-4	4 kV, 2,5 kHz salves répétitives pendant 1 minute
Précision	En charge = {0,2 + 0,001 (Classe/I)(1 + tan θ)}%	
Variations de la précision	Coefficient de tension = ± 0,01 % de fluctuation par rapport à la tension nominale – Coefficient de température = ± 0,01 % par °C	

niques fonctionnant sous différents protocoles de communication. Les fournisseurs d'électricité ont donc dû s'adapter à tous ces protocoles pour collecter les données de comptage. Ainsi, au fur et à mesure que les nouveaux compteurs électroniques arrivaient sur le marché, des contraintes supplémentaires s'imposaient aux utilisateurs. Le développement et l'utilisation de compteurs informatisés et de leurs logiciels devenaient de plus en plus difficiles et complexes. C'est pourquoi les compagnies d'électricité encouragèrent la normalisation des systèmes, recherchant une meilleure uniformisation des matériels et des logiciels nécessaires à la collecte des données de comptage. L'objectif était de réduire les coûts d'acquisition et d'exploitation de leurs systèmes.

En Europe, des travaux de la CEI ont porté sur une normalisation des protocoles limitée à la collecte des données de base. Ces travaux ne prennaient pas encore en compte la diversité et la complexité croissantes des données requises aujourd'hui par les fournisseurs d'électricité. A la même époque, en Amérique du Nord, la normalisation des protocoles de communication des plus de 3000 compagnies électriques des Etats-Unis s'avérait plus difficile et plus longue que prévu.

A partir de 1996, les organismes professionnels ANSI (American National Standards Institute), AMRA (Automatic Meter Reading Association) et Measurement Canada, travaillèrent de concert pour publier des normes sur le stockage des données de comptage et des protocoles de transmission [1]. Cette collaboration a débouché sur l'élaboration de trois normes importantes pour le développement de systèmes de comptage:

- *ANSI C12.18 (1996): Protocol Specification for ANSI Type 2 Optical Port:* protocole de communication pour les structures de données de transport correspondant à la définition de la norme C12.19 et utilisant un port optique infrarouge.
- *ANSI C12.19 (1997): Utility Industry End Device Tables:* définition de la structure des données à utiliser dans les compteurs.
- *ANSI C12.21 (1998): Protocol Specification for Telephone Modem Communication:* norme de communication pour les structures de données de transport par modems téléphoniques définies dans la norme C12.19.

En adhérant à ces nouvelles normes, le compteur A3 ALPHA confère aux utilisateurs beaucoup plus de flexibilité que d'autres compteurs électriques de sa catégorie. Les compteurs qui sont conformes à ces normes constituent des interfaces plus simples, permettent d'intégrer plus rapidement les nouvelles fonctionnalités et coûtent moins chers à l'exploitation.

ANSI et A3 ALPHA, le couplé gagnant pour réduire les coûts

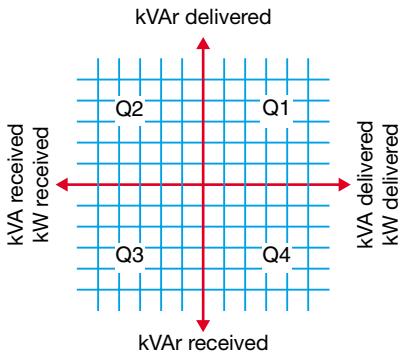
Le compteur A3 ALPHA a été spécifiquement conçu pour intégrer toutes ces nouvelles normes et permet la réalisation la plus complète des normes ANSI parmi tous les compteurs disponibles aujourd'hui. En utilisant des standards ouverts pour la transmission des données de comptage, les fournisseurs d'électricité pourront réduire leurs coûts d'exploitation en s'affranchissant des protocoles de transmission exclusifs à chaque constructeur. Cette normalisation permet une conception et une réalisation plus rapides des systèmes de LAC et élargit les possibilités fonctionnelles des compteurs.

Le compteur A3 ALPHA est totalement conforme aux normes ANSI C12.18, C12.19 et C12.21. Au fur et à mesure que le secteur de l'électricité adoptera ces normes, d'autres options de communication seront proposées, et les utilisateurs du compteur A3 ALPHA bénéficieront d'un outil plus compétitif pour la collecte et l'analyse des données.

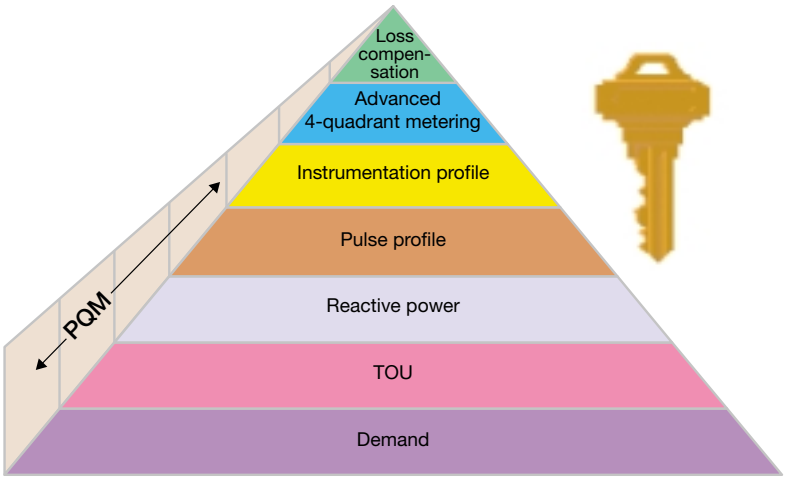
Comptage avancé dans les quatre quadrants

Le comptage dans les quatre quadrants 1 permet de mesurer l'énergie active, réactive et apparente fournie et reçue. Les compteurs A3 ALPHA avec fonctions de mesure de l'énergie réactive ou de l'énergie apparente peuvent mesurer deux grandeurs : un facteur de puissance moyen et deux valeurs coïncidentes. Avec

1 Le comptage avancé dans les quatre quadrants permet de mesurer l'énergie active, réactive et apparente fournie et reçue.



2 Le logiciel Alpha Keys simplifie la reconfiguration du compteur A3 ALPHA, notamment pour le transformer d'un simple compteur de kilowattheures en un compteur multifonction perfectionné.



le comptage avancé dans les quatre quadrants, ces compteurs mesurent six grandeurs: deux facteurs de puissance moyens et quatre valeurs coïncidentes.

Logiciel Alpha Keys : clé de la flexibilité du compteur

Avec le logiciel Alpha Keys 2, le compteur A3 ALPHA peut aisément être reconfiguré pour convertir un simple compteur de kilowattheures en un compteur perfectionné avec les fonctionnalités suivantes:

- Période spécifique d'utilisation
- kVA (puissance apparente)
- kVAr (puissance réactive)
- Profil de courbe de charge
- Qualité de l'alimentation
- Profil de mesures d'instruments
- Compensation des pertes dans le transformateur et le réseau
- Comptage avancé dans les quatre quadrants

Un compteur de ce type permet d'économiser temps et ressources puisqu'il n'est pas nécessaire de l'arrêter ni de le retourner en usine pour le reconfigurer. Le logiciel Alpha Keys permet d'éviter des investissements au cas où les tarifs ou les besoins des clients changeraient. Il permet également aux compagnies d'électricité de réduire au minimum leurs stocks sans restreindre leur capacité de répondre aux nouveaux besoins des clients.

Le moteur du compteur – clé d'une efficacité accrue

Le compteur A3 ALPHA peut être alimenté par des tensions entre 96 et 528 V c.a.; il permet ainsi un très large éventail d'applications. Sa sortie 12 V est raccordée à un régulateur linéaire pour obtenir le niveau de tension logique nécessaire au compteur.

La puissance est mesurée par deux circuits intégrés: le *moteur du compteur* et le *microcontrôleur* 3. Ces deux organes constituent le centre de commande de l'ensemble des composants.

Le moteur du compteur est alimenté en courant par un capteur de courant bobiné de précision qui abaisse le courant de manière proportionnelle, le moteur du compteur pouvant ainsi le mesurer avec précision sans risque de surcharge. Un circuit DSP convertit les entrées analogiques de courant en impulsions numériques.

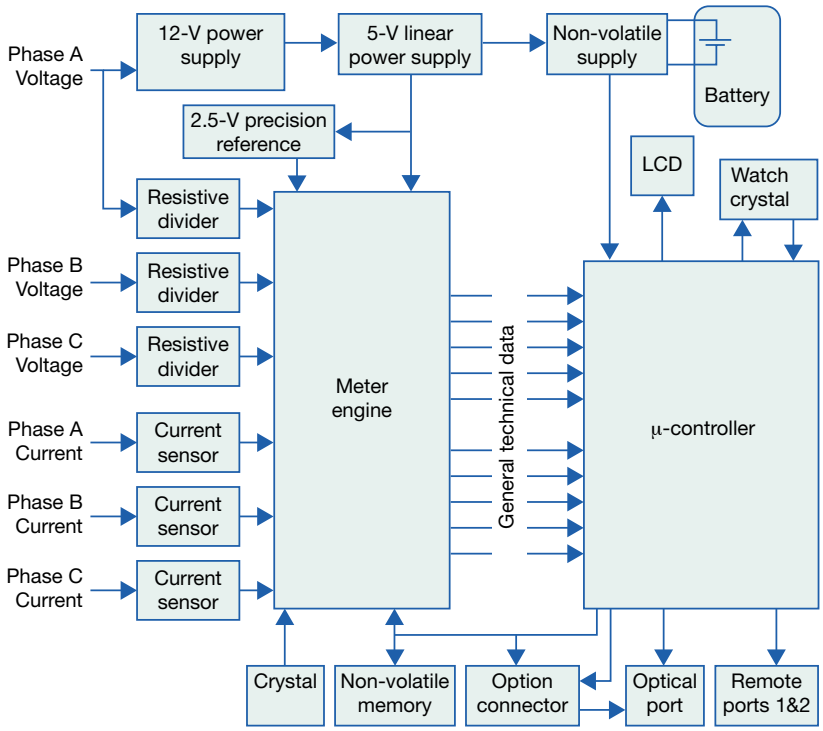
La tension est mesurée par des diviseurs résistifs qui maintiennent la tension logique au niveau requis pour assurer le bon fonctionnement du moteur et minimiser les déphasages se produisant sur une large plage dynamique. Le moteur du compteur communique en permanence avec le microcontrôleur pour convertir les impulsions en grandeurs mesurées (ex., watts, VA et VAr).

Le microcontrôleur réalise les différentes fonctions nécessaires à la transmission des relevés et au bon fonctionnement du compteur, notamment:

- Traitement des données brutes provenant du moteur du compteur,
- Stockage des données traitées (également appelées *données de facturation*),
- Communication avec le moteur du compteur et la mémoire non volatile,
- Transmission par les ports optique et à distance,
- Fonctionnement de l'afficheur (LCD),
- Commande des cartes optionnelles insérées.

Le microcontrôleur se charge également d'arrêter le compteur en toute sécurité en cas de coupure d'alimentation. Pour éviter tout manque à gagner à la suite d'une coupure, les données de facturation sont stockées en mémoire non volatile. Dès que le courant est rétabli, le compteur retrouve l'état de fonctionnement dans lequel il se trouvait avant la coupure puis reprend son fonctionnement normal.

3 Schéma fonctionnel du compteur A3 ALPHA



Des outils de comptage avancés pour gagner en précision

Le compteur A3 ALPHA peut réaliser toute une batterie de tests pour vérifier et analyser le branchement au réseau électrique et contrôler la qualité de l'alimentation. Les mesures de branchement au réseau auquel l'A3 ALPHA est raccordé permettent de valider le type de service fourni et d'analyser quasiment en temps réel la qualité de l'alimentation. Les fonctions de contrôle de la qualité surveillent les paramètres du circuit en permanence.

Contrôle de la qualité de l'alimentation

L'ouverture des marchés de l'électricité signifie pour les compagnies d'électricité que leurs meilleurs clients peuvent désormais passer à la concurrence. Elles sont donc nombreuses à proposer de nouveaux contrats de service pour inciter leur principaux abonnés industriels à s'engager dans un partenariat à long terme. Dans des contrats de ce type, une surveillance plus poussée de la qualité d'alimentation joue un rôle primordial.

Le compteur A3 ALPHA, avec le logiciel ABB, peut aider à identifier les problèmes de non-qualité et leur origine. En mesurant et contrôlant au mieux la qualité de leur produit, les fournisseurs d'électricité jouent un rôle proactif dans l'amélioration des services aux clients. Le compteur A3 ALPHA détecte les dépassements de seuils définis par les clients de grandeurs comme la tension, le courant, le taux de distorsion harmonique globale et le taux de distorsion de puissance. Par une série de mesures, le nouveau compteur collecte des données de qualimétrie 24 heures sur 24. En fonction du cahier des charges du client, le compteur peut:

- Mesurer en permanence 10 paramètres différents de la qualité de l'alimentation
- Enregistrer des mesures sur 32 canaux
- Afficher plus de 50 grandeurs mesurées différentes
- Réaliser des diagnostics locaux et vérifier les branchements
- Déclencher des alarmes en temps réel en cas de dépassement de limites

Contrôle des branchements

Deux types de tests – *contrôle de la tension* et *contrôle du courant* – suffisent pour vérifier les branchements, l'ordre des phases, le niveau de la tension de phase et du courant de phase.

Contrôle de la tension

Ce test contrôle la tension et vérifie les branchements pour déceler une éventuelle erreur de câblage des transformateurs de tension ou l'absence de fusibles dans la ligne. Lorsque la tension mesurée est correcte, le compteur enregistre cette information qui servira de base pour d'autres mesures de qualité.

Contrôle du courant

Le compteur mesure le courant pour détecter une erreur de câblage des transformateurs de courant ou des raccordements de l'installation, ou encore l'absence de fusibles du côté de la charge.

Instruments de mesure

Les mesures d'un ensemble d'instruments permettent une analyse quasi instantanée de la qualité de l'alimentation. On peut

notamment mesurer, pour chaque phase, la tension, la puissance et le taux de distorsion harmonique globale de la tension ou du courant. Ces mesures ne servent pas à la facturation car il s'agit de valeurs instantanées alors que la facturation est établie à partir d'une moyenne sur une période donnée. (Les données de facturation portent sur les trois phases. Celles des instruments de mesure se font sur chaque phase séparément.)

Sécurité accrue, coûts réduits

Le compteur A3 ALPHA intègre également des fonctions de sécurité de haut niveau pour éviter la fraude. Trois mots de passe empêchent tout accès non-autorisé au compteur. Un premier mot de passe donne accès en lecture seule aux données du compteur mais ne permet pas les modifications de programmation. Un second mot de passe permet d'effectuer les tâches liées aux données de facturation (ex., réglage de la date et de l'heure, remises à zéro des consommations, suppression des alarmes ou des erreurs). Enfin, un troisième mot de passe autorise une programmation complète (ex., pour modifier les constantes de comptage ou les paramètres de qualimétrie).

Tous les modèles de compteurs A3 ALPHA consignent tous les événements pouvant affecter la sécurité (fonction d'audit), notamment:

- Modifications de programmation,
- Identification de l'utilisateur modifiant la programmation,
- Coupures d'alimentation,
- Nombre de remises à zéro manuelles des consommations,
- Inversion du sens d'écoulement de l'énergie,
- Nombre d'échecs du mot de passe.

Journaux d'événements et données consignées

En plus des outils pour prévenir l'ingérence, le compteur A3 ALPHA consigne les événements et données à des fins diverses (analyse de la qualité de l'alimentation ou recherche d'interventions non autorisées sur le compteur).

Journaux d'événements: Tous les compteurs A3 ALPHA horodatent les événements comme les coupures d'alimentation, les remises à zéro des consommations, les opérations en mode Test et les modifications horaires.

Historique: Tous les compteurs A3 ALPHA consignent les modifications de programmation. L'historique contient la date et l'heure, la table ANSI C12.19 ou l'identification de la procédure, ainsi que l'identification de l'utilisateur ayant édité la table ou exécuté la procédure.

Relevés automatiques: Tous les compteurs A3 ALPHA intègrent des fonctions de relevé automatique (enregistrement et stockage des données de facturation effectives). Les relevés automatiques peuvent être déclenchés par un événement pré-programmé ou par chaque remise à zéro des consommations. Les données peuvent être récupérées par la suite à des fins d'analyse ou de facturation.

Courbe de charge: Les compteurs A3 ALPHA dotés de cette fonction peuvent enregistrer jusqu'à 8 canaux d'information. Cette fonction a sa propre périodicité qui peut être différente de l'intervalle d'enregistrement des consommations.

Courbe de mesures: Les compteurs A3 ALPHA avec cette fonction intègrent deux enregistreurs pouvant chacun enregistrer jusqu'à 16 canaux d'informations sur l'état de l'installation. Cette fonction est généralement utilisée à des fins d'analyse et non de facturation. Chaque enregistreur a sa propre périodicité qui peut être différente de l'intervalle d'enregistrement des consommations ou de la courbe de charge.

Journal des données de qualimétrie: Les compteurs A3 ALPHA avec fonction de surveillance de la qualité de l'alimentation consignent et horodatent les incidents lors des mesures de qualité. Dès que la cause de l'incident a disparu, le compteur enregistre l'heure de la mesure et l'identifie.

Journal des creux de tension: Les compteurs avec fonction de surveillance de la qualité consignent et horodatent les creux de tension, précisant les phases. Ils sont capables de détecter les creux de tension d'une durée aussi courte que 2 cycles sur n'importe quelle phase.

Des options pour encore plus de flexibilité

Cartes optionnelles

Les fonctionnalités du compteur A3 ALPHA peuvent être étendues avec des cartes optionnelles 4 qui s'insèrent sur la carte mère du compteur avec un connecteur 20 broches.

Actuellement, le compteur A3 ALPHA dispose de cinq options de communication:

- Sorties relais
- Modem téléphonique intégré
- Interface série RS 232
- Interface série RS 485
- Boucle de courant 20 mA

ABB Electricity Metering envisage de nouvelles options de communication et

4 Des fonctions peuvent être ajoutées au compteur A3 ALPHA en insérant des cartes optionnelles sur sa carte mère.

1 *Compteur A3 ALPHA*
2 *Modem téléphonique intégré*
3 *Extension mémoire*
4 *Boucle de courant 20 mA (6 sorties relais)*
5 *RS232 (4 sorties relais)*

travaille avec des entreprises extérieures au groupe pour élargir l'éventail des options offertes. Comme le compteur A3 ALPHA intégre les protocoles et les normes de communication ANSI, il sera plus aisé de lui adjoindre de nouvelles applications (logiciels) et options de communication.

Relais programmables

Un compteur A3 ALPHA équipé d'une carte optionnelle avec des relais pour générer des impulsions d'écho ou autres signaux de commande peut également commander des dispositifs externes. Par exemple, si un relais du compteur signale le début d'une période de tarif plus élevé ou le dépassement du seuil de demande maximale, un dispositif externe peut mettre l'équipement hors-service jusqu'au rétablissement des conditions normales de fonctionnement. De même, lorsqu'un client a des exigences particulières en matière de qualité de l'alimentation, il est possible de programmer un relais pour signaler un niveau de non-qualité susceptible d'affecter, par exemple, le fonctionnement d'une machine.

Le compteur peut gérer jusqu'à six relais différents, selon les cartes optionnelles insérées. Tous ces relais sont entièrement programmables. Les utilisateurs peuvent choisir le type de signal de commande pour chacun d'eux, à savoir:

- Impulsion électrique pour chaque grandeur de base mesurée,
- Signal de fin de période de consommation,
- Signal de commande de la charge,
- Signal d'activation d'un tarif spécifique à la période d'utilisation,
- Signal d'erreur ou d'avertissement,
- Signal de non-respect de la qualité,
- Signal de situation d'alarme.

Conçu pour l'avenir

Avec son comptage précis et ses fonctions de qualimétrie, le compteur A3 ALPHA ouvre de nouvelles perspectives aux fournisseurs d'électricité et leur permet de mieux servir leurs clients tout en minimisant les investissements matériels et l'obscolescence technique. L'A3 ALPHA marque l'avènement d'une nouvelle génération de compteurs électriques: avec ses nombreuses fonctions avancées, il aidera les compagnies d'électricité à relever les défis d'aujourd'hui et de demain.

Auteur

Peter Kerstetter
ABB Automation Inc
208 South Rogers Lane
Raleigh, NC 27610
USA
peter.a.kerstetter@us.abb.com

Bibliographie

[1] **T. York:** Exploring ANSI Standards in Meter Communications. PowerValue September/October 2000, 16–17.