Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 5

Artikel: Régulation de la tension dans les réseaux BT avec installations PV

Autor: Georges, Daniel / Coutarel, Alexis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856246

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

Régulation de la tension dans les réseaux BT avec installations PV

L'intelligence distribuée au service de la régulation

L'émergence de la production décentralisée intermittente éolienne et solaire a considérablement complexifié la gestion des réseaux électriques de distribution. Les impacts touchent le dimensionnement des infrastructures avec la prise en compte du risque de surcharge, l'équilibre production/consommation, ainsi que la gestion du stockage et du niveau de la tension. Réduire ces impacts est un challenge qui ne peut être atteint qu'en distribuant l'intelligence de conduite dans le réseau.

Daniel Georges, Alexis Coutarel

La tenue de la tension sur un départ BT (Basse Tension) possédant une distribution massive de panneaux photovoltaïques est un réel challenge. Une architecture dite AMM (Automatic Meter Management) de télérelève de compteurs plaçant le concentrateur au cœur du réseau comme nœud de communication dans la cabine MT/BT représente une réelle opportunité pour distribuer l'intelligence au plus près des ouvrages à réguler.

Le concept exposé dans cet article repose sur l'utilisation du concentrateur de l'infrastructure AMM pour y insérer les traitements nécessaires au pilotage des ouvrages pouvant participer à la régulation de la tension des départs BT.

La tenue de la tension des départs BT

Il y a encore peu, la présence des panneaux photovoltaïques était limitée et ne perturbait pas l'exploitation traditionnelle des réseaux électriques. Désormais, l'injection massive de cette production individuelle sur certaines parties du réseau BT modifie de manière significative le plan de tension des départs BT concernés.

Un aperçu du changement de fonctionnement du réseau BT est donné en figure 1. Elle permet de comparer le flux de puissance actuel (en vert) et son évolution vers un réseau de flux de puissance bidirectionnel (vert et bleu), résultat de l'accroissement de la production d'énergie électrique en BT.

Lorsque la présence des GED (Générateurs d'Énergie Distribuée) devient significative, on constate que la production de puissance active est globalement bénéfique à la tenue de la tension. En cas de risque de sous-tension, l'injection ponctuelle de puissance réactive peut s'ajouter à la production de puissance active pour soutenir le plan de tension. Ces comportements résultant de l'injection de puissance active et réactive du fait de la présence de GED sont illustrés dans la figure 2. À noter qu'une installation photovoltaïque (PV) influe différemment sur le plan de tension en fonction de sa position sur le départ.

Actuellement, les méthodes de réglage de tension les plus couramment utilisées en BT sont le réglage saisonnier des prises des transformateurs MT/BT hors charges et/ou la compensation d'énergie réactive par des condensateurs. Le contrôle de tension envisagé dans le cadre de cet article est basé sur le concept du réglage de tension en temps réel.

La meilleure manière de maintenir la tension d'un départ BT dans les limites autorisées est d'agir sur les ouvrages injectant l'énergie sur le départ, à savoir :

- l'onduleur de chaque panneau photovoltaïque ;
- le régleur en charge du transformateur MT/BT du départ, lorsque ce dernier en est équipé.

Les modes d'ajustement possibles consistent à jouer soit sur les énergies active et réactive que chaque onduleur peut injecter dans le réseau, soit sur le niveau de tension au secondaire du transformateur MT/BT. En l'état actuel de la technologie, seule la mesure de tension au secondaire du transformateur MT/BT est accessible. Connaître les tensions et les intensités à chaque injection est une vraie avancée technologique, tant pour le pilotage des onduleurs des installations PV que pour le pilotage du régleur en

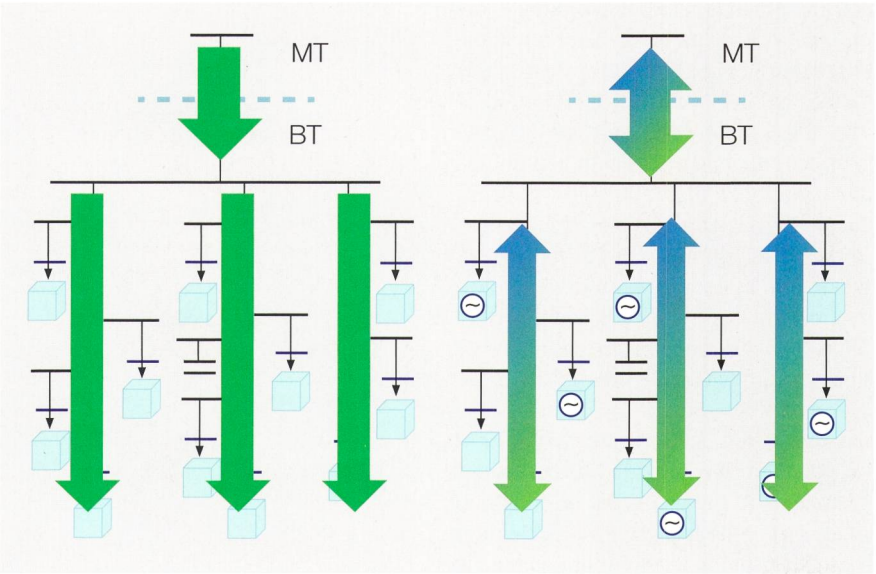


Figure 1 Transformation du flux de puissance : à gauche le flux historique et à droite la tendance actuelle.

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

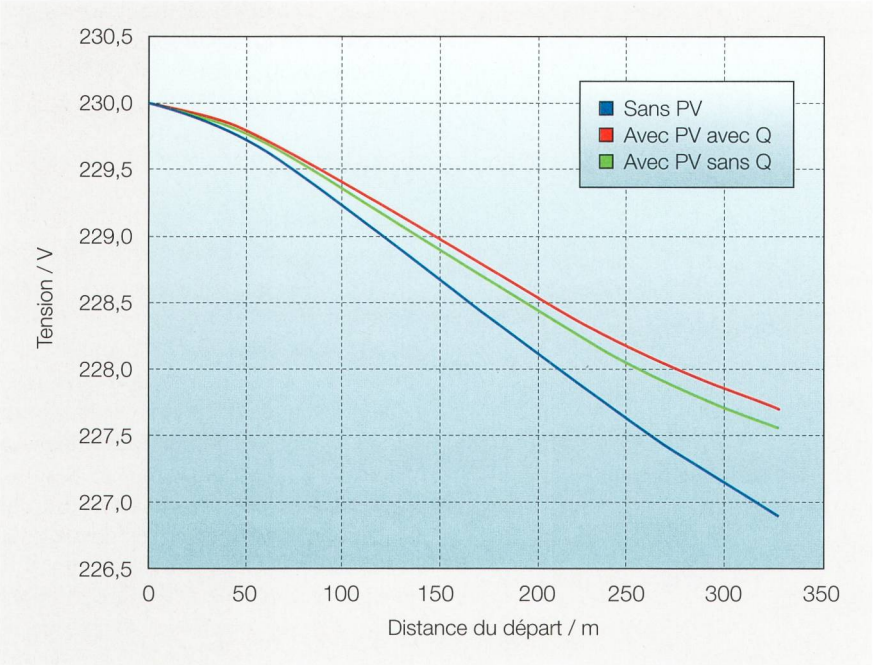


Figure 2 Comparaison entre un plan de tension (départ monophasé) sans et avec GED.

charge du transformateur. L'arrivée de la distribution massive des compteurs communiquants et de l'architecture de télérelève correspondante sont une réelle opportunité pour relever également ces données de terrain désormais disponibles et les centraliser vers l'équipement appelé « concentrateur ».

L'architecture AMM de télérelève

Dans une architecture de télérelève de données de comptage (figure 3), les compteurs peuvent communiquer avec le SI (Système d'Information) central soit directement en communication sans fil (GPRS, GSM, radio, etc.), soit par courant porteur (PLC, Power Line Communication) via un concentrateur, celui-ci communiquant avec le SI central par GPRS.

Conçus pour les échanges de données, les concentrateurs sont néanmoins des microcalculateurs qui peuvent accueillir des applications embarquées et traiter les données qu'ils véhiculent. De ce fait, et compte tenu de leur localisation optimale dans les cabines MT/BT, ils constituent la pierre angulaire du smart grid qui repose sur ces échanges entre équipements BT. Au-delà de sa mission initiale, le concentrateur devient un nœud d'échange et de traitement des données du réseau BT. Ce nœud d'échange et de traitement a également toute latitude de communiquer avec le système de supervision et de conduite du réseau (communément appelé SCADA DMS), notamment pour les remontées d'alarmes et les résultats d'opérations locales.

Le concentrateur de l'AMM possède une vision complète de la tension en tout point de comptage du départ BT desservi par le transformateur qu'il côtoie. Sur la base des données collectées, il peut calculer toute grandeur nécessaire au déroulement d'algorithmes dont l'objectif est d'élaborer les consignes de réglage de la tension destinées soit aux onduleurs des installations PV, soit au régleur en charge du transformateur. Ces consignes ont pour objectif de ramener rapidement la valeur de tension dans les limites autorisées en tout point du départ BT.

Nous avons choisi de présenter dans cet article le maquettage réalisé en prenant le scénario le plus complexe, à savoir l'envoi de consignes aux onduleurs des points d'injection susceptibles de perturber de manière significative la tenue de la tension.

Le calcul centralisé

Deux méthodes de réglage ont été analysées : la méthode consistant à régler la tension à partir de la puissance active produite et la méthode qui utilise la production/consommation de puissance réactive pour maintenir la tension dans les niveaux établis. C'est cette deuxième méthode qui est présentée dans la suite de l'article.

Tout au long du départ BT, la tension sur le point de raccordement des clients varie en fonction de la consommation instantanée et de la distance de raccordement. Ce comportement est facilement mis en équation et l'on constate que plus l'on s'éloigne de la cabine, plus petite est la tension livrée du fait de la distance importante parcourue par le courant dans les câbles.

Les données de tension des clients sont collectées par le concentrateur installé au niveau du transformateur MT/BT alimentant le départ surveillé. La fréquence d'acquisition est configurable et peut descendre jusqu'à la minute. Le concentrateur compare les données récupérées avec les seuils préconfigurés de tension minimale (V_{min}) et maximale (V_{max}). Le contrôle de tension est déclenché si l'un des compteurs surveillés présente un dépassement de tension. Pour optimiser l'utilisation du réseau de communication, seuls les compteurs aux extrémités du

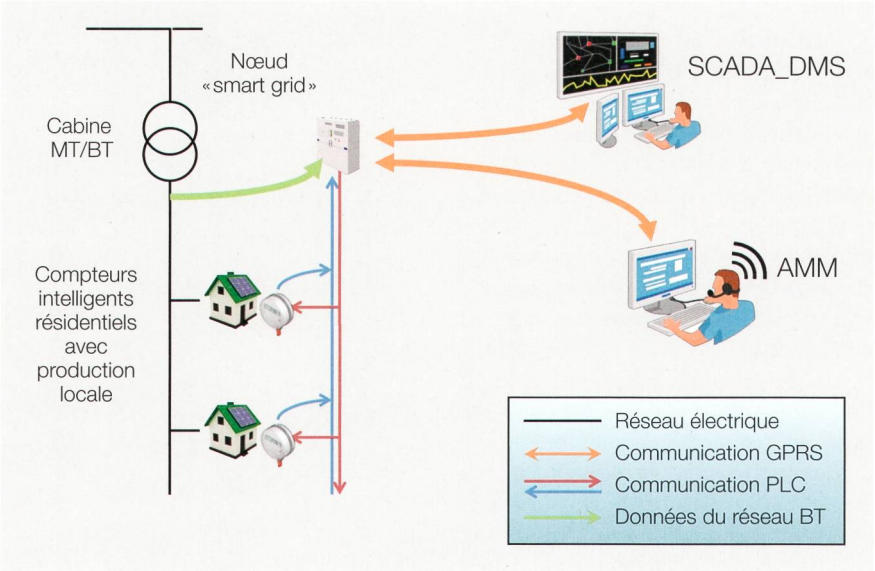


Figure 3 Architecture AMM au service du smart grid.

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

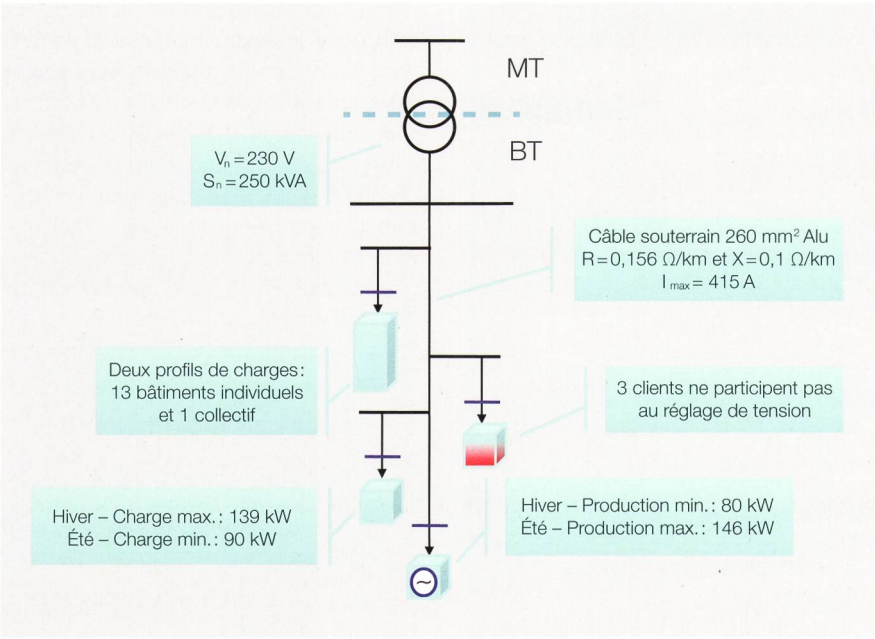


Figure 4 Aperçu du plan initial du réseau.

départ sont surveillés car ils sont toujours plus sensibles aux effets de la variation de charge.

Lorsque des excursions de tension sont détectées sur le réseau, l'algorithme de contrôle calcule les consignes de puissance réactive optimales de manière à les corriger. L'installation ayant le dépassement de tension le plus conséquent est traitée en priorité. La méthode consiste à faire varier progressivement la puissance réactive des GED participant au réglage jusqu'à l'obtention des niveaux de tension ciblés. La variation du réactif étant configurable, cela permet à l'opérateur de définir le pas d'itération souhaité.

Traitement faisant suite à une surtension

Dans le cas de la détection d'une augmentation de tension, on cherche à absorber une partie de la puissance réactive. Les simulations ont montré que la variation de la puissance réactive a une influence plus importante lorsqu'elle est plus proche du point de dépassement critique. Pour une efficacité maximale, l'algorithme sollicite donc en priorité les installations PV proches de la zone en défaut. Si les GED installés dans cette zone ne sont pas suffisants pour régler la tension, le concentrateur recherche d'autres GED entre le point de dépassement critique et le début de la ligne.

Traitement lors d'une sous-tension

La méthode est similaire à celle utilisée dans le cas d'une détection de surtension: les GED choisis sont ceux positionnés entre le point de tension le plus bas au-dessous de V_{min} et la fin de la ligne. Si les GED installés dans cette zone ne sont pas suffisants pour régler la tension, le calcul intègre les GED situés entre le point à traiter et le début de la ligne.

Ce type de réglage s'appuie sur la capacité de certains onduleurs à produire/consommer du réactif, même en l'absence de production d'actif.

La réalisation du démonstrateur

Une première étape a consisté à développer un simulateur approprié aux essais électriques. Cela a permis de vérifier la simplification de l'équation de la chute de tension, la modélisation des éléments du réseau et le fonctionnement de l'algorithme de contrôle de tension.

Sur cette base, le démonstrateur a été réalisé en langage Java Script. Il reproduit les résultats de la simulation du réseau et les étapes de contrôle obtenus précédemment, mais avec une interface graphique facilitant sa configuration et son utilisation par l'opérateur.

La figure 4 rappelle les paramètres retenus pour la description du réseau.

Résultats visualisés dans le démonstrateur

Le démonstrateur possède une interface graphique propre à la configuration du réseau. L'utilisateur peut configurer le profil de consommation et de production, ainsi que les seuils de tension qui limitent le déclenchement du contrôle de tension. Des bornes maximales de consommation et production sont imposées par la saison choisie, hiver ou été.

Pour mettre en évidence les clients dont la tension est en dehors de la zone de fonctionnement normal, la ligne du départ change de couleur. Dans les figures 5 et 6, les clients en rouge sont ceux dont la tension a dépassé la limite imposée par la norme (± 10 %) et les clients en jaune ceux qui ont dépassé les seuils de tension configurés par l'utilisateur.

Le démonstrateur permet à ses utilisateurs de vérifier les bénéfices et les limites de la méthode de réglage de tension proposée. L'algorithme identifie les zones critiques pour effectuer le réglage et les clients les plus sollicités lors des changement de profils de consommation et de production. Il permet aussi de vérifier les seuils de tension pour le réseau en étude.

L'expérience de terrain

Les résultats obtenus montrent que le contrôle de tension apporte des effets positifs au réseau de distribution BT.

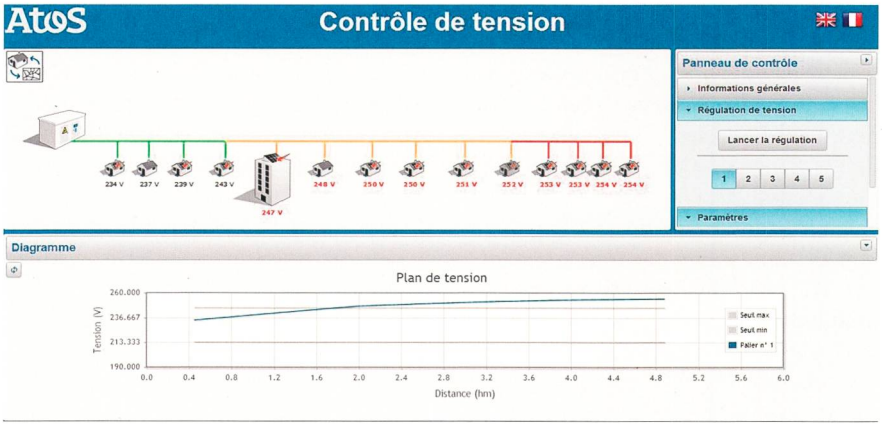


Figure 5 Représentation schématique des résultats.

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

Figures: Atos

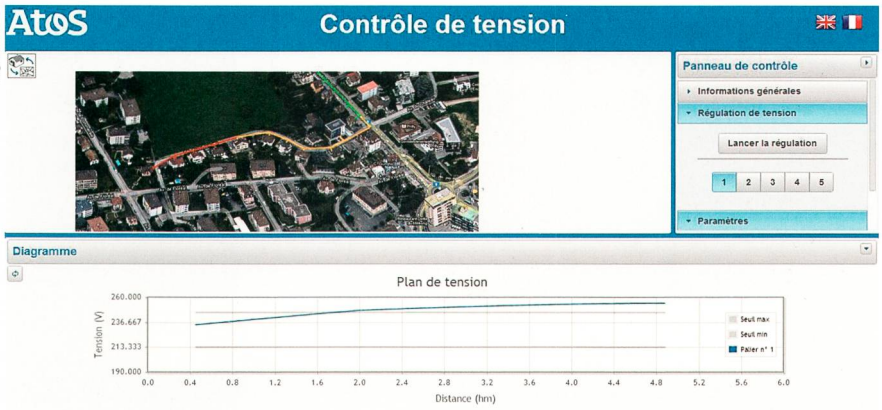


Figure 6 Représentation géographique des résultats.

Grâce à cette mise en œuvre, il est possible d'accroître la participation des particuliers à la production d'énergie renouvelable.

Restant dans un premier temps dans la lignée du démonstrateur, l'expérience de terrain impose en premier lieu que les GED soient communicants et puissent recevoir des consignes de puissance active ou réactive pour exécuter les commandes. Dans les systèmes PV, le réglage est réalisé par les onduleurs. Certains constructeurs offrent des modes de réglage de puissance active et réactive. Ils peuvent être mis en œuvre à partir de la réception des consignes de réglage envoyées par le concentrateur. Les solutions offertes restent encore restreintes aux installations PV de forte puissance, généralement déployées dans les grandes fermes de production d'électricité. L'adoption de moyens de réglage des GED de faible puissance devient cependant nécessaire pour la consolidation de la production en BT et l'établissement des smart grids.

En ce qui concerne les transformateurs MT/BT équipés de régleurs en charge, certains peuvent fonctionner de manière autonome sur la base de la mesure de tension acquise au secondaire du transformateur. Toutefois, un fonctionnement asservi à des consignes transmises depuis l'intelligence distribuée du concentrateur sur la base de données acquises par celui-ci aux points d'injection des GED serait bien mieux optimisé.

La technologie de pilotage des régleurs en charge des transformateurs MT/BT étant plus mature que celle des onduleurs des PV, ce type d'expérimentation de terrain à partir d'une infrastructure AMM semble être la plus prometteuse dans l'immédiat.

Conclusion

Les résultats obtenus montrent que le contrôle de tension piloté depuis le concentrateur AMM apporte des effets positifs au réseau de distribution BT : il est possible à partir d'un contrôle coordonné d'augmenter la participation des particuliers à la production d'énergie renouvelable. De plus, le contrôle permet d'éviter l'installation de nouveaux dispositifs de compensation du réactif. Cependant, la validation complète du principe passe par une expérimentation de terrain avec une implication forte et déterminante des systèmes de smart metering et des GED pour permettre l'implémentation complète de toute la chaîne de communication et de contrôle.

L'utilisation de l'infrastructure de communication AMM existante est un vrai bénéfice pour une mise en œuvre sur le terrain.

Informations sur les auteurs

Daniel Georges est ingénieur diplômé de l'Institut National Polytechnique de Grenoble en électrotechnique et automatisme depuis 1976. Il exerce chez Atos Worldgrid une mission de développement d'activités pour les systèmes d'information dédiés au transport et à la distribution de l'énergie. À ce titre, il collabore au programme « Smart Grid » de la ligne de produits « Smart Utility ».

Atos Worldgrid, F-38027 Grenoble, daniel.georges@atos.net.

Alexis Coutarel a obtenu son diplôme d'ingénieur en électrotechnique et gestion des réseaux électriques de l'Institut National Polytechnique de Grenoble en 2012. Smart grid business analyst chez Atos Worldgrid, il participe à la maîtrise d'ouvrage des solutions smart grid.

Atos Worldgrid, F-38027 Grenoble, alexis.coutarel@atos.net

Zusammenfassung **Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen mit PV-Anlagen**

Verteilte Intelligenz sorgt für eine stabile Spannung

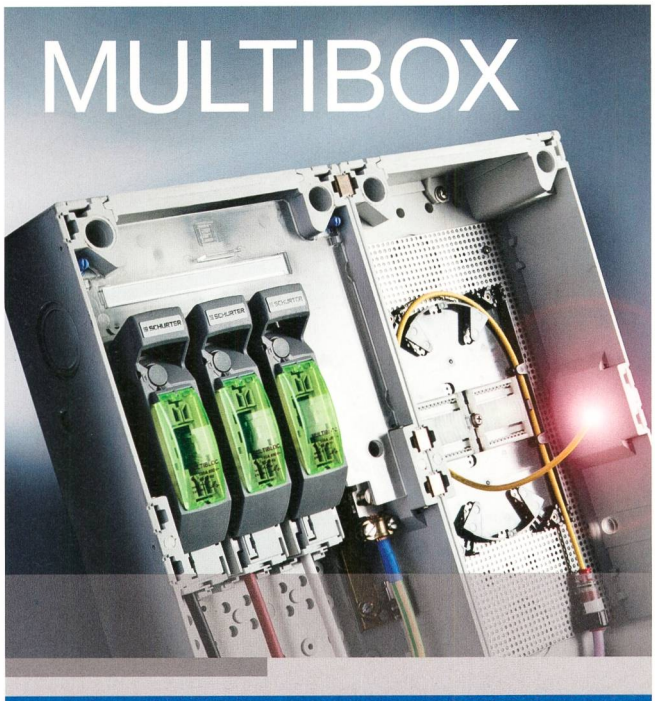
Das vermehrte Aufkommen von dezentralen Stromerzeugern (Wind, Sonne) hat den Betrieb von Stromverteilnetzen deutlich erschwert. Die dezentrale Einspeisung hat Auswirkungen auf die Dimensionierung der Verteilnetze: Überlastungen müssen vermieden, Erzeugung und Verbrauch müssen ausgeglichen, Energiespeicher müssen sinnvoll eingesetzt und die Spannungsstabilität muss gewährleistet werden. Die unerwünschten Auswirkungen der erneuerbaren Energien können nur mit einer verteilten Intelligenz im Stromnetz möglichst gering gehalten werden.

Dieser Artikel befasst sich speziell mit der Spannungsqualität an einer Niederspannungsabzweigung, an der viel Solarstrom eingespiesen wird. Um die Intelligenz möglichst nahe bei den zu regelnden Einrichtungen zu platzieren, setzt man eine so genannte AMM-Architektur (Automatic Meter Management) mit Zählerfernauslesung ein, bei der der Konzentrator zentral als Kommunikationsknoten innerhalb des MS/NS-Kontrollraums fungiert. Mit den so gesammelten Daten kann der Konzentrator jede für die Ausführung der Algorithmen erforderliche Grösse berechnen, die für die Bestimmung der entsprechenden Blindleistungsvorgaben für die Umrichter der PV-Anlagen oder für den Stufenschalter des Transformators benötigt werden. Ziel ist es, die Spannung an jedem Punkt der Niederspannungsabzweigung schnellstmöglich in die zugelassenen Grenzwerte einzuregeln.

Die Ergebnisse aus Simulationen und einem Demonstrator zeigen, dass sich die mit dem Konzentrator des AMM-Systems gesteuerte Spannungsüberwachung positiv auf das Niederspannungsnetz auswirkt. Für eine vollständige Verifizierung des Funktionsprinzips ist jedoch ein Feldexperiment erforderlich, bei dem die dezentralen Stromerzeuger untereinander kommunizieren und Befehle hinsichtlich Wirk- oder Blindleistung empfangen können, um diese auszuführen.

CHe

MULTIBOX



Vorteil beim Hausanschluss: Überzeugend in Design, Ökologie und Innovation.

http://multibox.schurter.ch

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS

MTE **Meter Test Equipment**

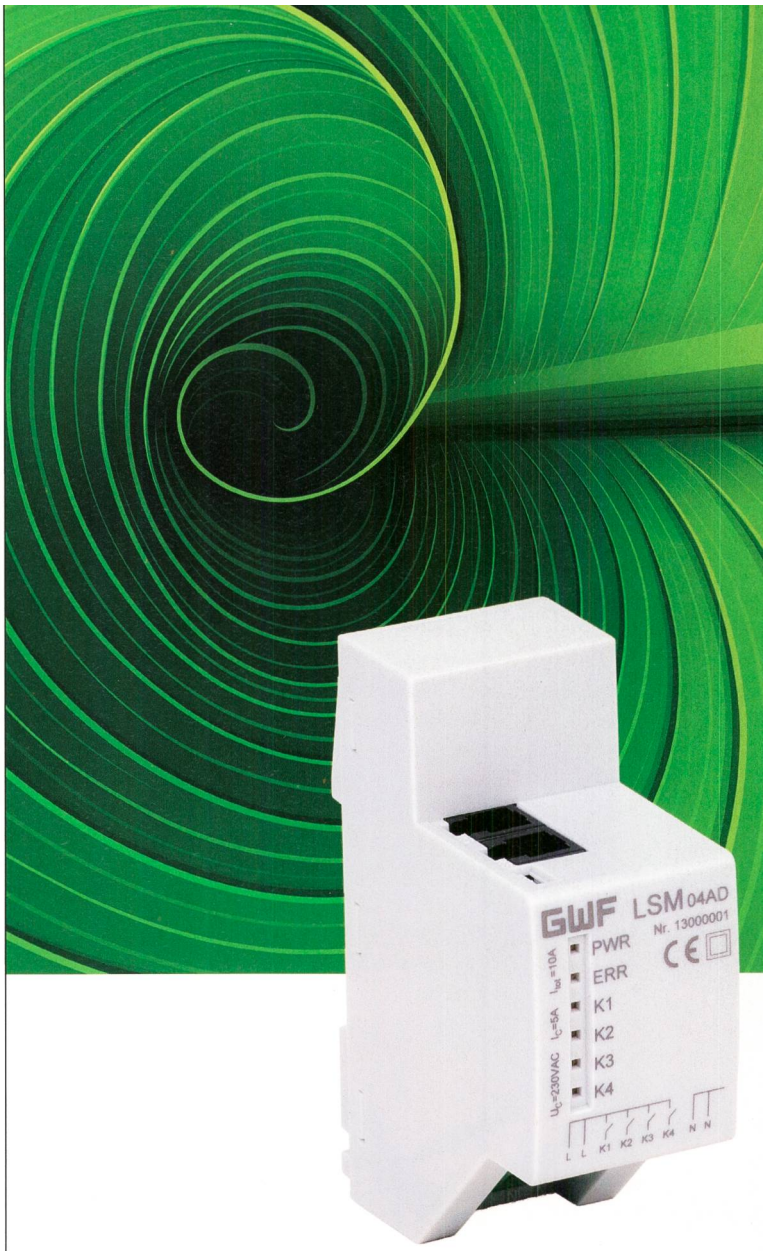
PWS 2.3 genX, Klasse 0.1
tragbares Arbeitsnormal

Der neue PWS 2.3 genX ist ein dreiphasiger tragbarer, elektronischer Prüfzähler der Klasse 0.1, zur Überprüfung von ein- und dreiphasigen Elektrizitätszählern vor Ort. Mit dem PWS 2.3 genX können alle Parameter zur Überprüfung der Zählerinstallation und deren Schaltungen erfasst werden.

- Grosses 7" TFT Touch Screen Farbdisplay mit grafischer Benutzerschnittstelle
- Datentransfer und Kommunikation via USB (Typ B), WLAN oder ETHERNET
- Auswechselbare SD Speicherkarte für Datenspeicherung
- Unabhängige Sets von Stromzangen (10 A, 100 A, 1000 A, FLEX 3000), AmpLiteWire 2000 A und VoltLiteWire 40 kV

Solutions for a testing future

MTE Meter Test Equipment AG
Dammstrasse 16
P.O. box 4544
6304 Zug
Schweiz
Tel: +41-41-724 24 48
Fax: +41-41-724 24 25
Internet: www.mte.ch
E-Mail: info@mte.ch



GWF VEREINT SMART METERING MIT SMART GRID

Das Laststeuermodul (LSM) von GWF ermöglicht die Steuerung von verschiedenen Verbrauchern (Boiler, Strassenbeleuchtungen, PV-Anlagen etc.). Es ersetzt die herkömmlichen Rundsteuer-empfänger und erlaubt eine dynamische, flexible und adressierte Steuerung der angeschlossenen Geräte.

Erfahren Sie mehr dazu an unserem Messe-stand A31 / Halle 5 an den Powertagen.

powertage
Der Branchentreffpunkt der Schweizer Stromwirtschaft
3. bis 5. Juni 2014 | Messe Zürich

swiss.smart.simple.

GWF

GWF MessSysteme AG, Obergrundstrasse 119, Postfach 2770, CH-6002 Luzern
T +41 (0)41 319 50 50, F +41 (0)41 310 60 87, info@gwf.ch, www.gwf.ch

VSE AES
electro suisse