

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 98 (2007)
Heft: 22-23

Artikel: Kommunikationstechniken für die Verteilsnetzautomatisierung
Autor: Lehmann, Josef / Bodmer, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857501>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Kommunikationstechniken für die Verteilnetzautomatisierung

Flächendeckende DA/DSM-Systeme sind nur mit der richtigen Kombination verschiedener Technologien möglich

Verteilnetzautomatisierung ist kein neues Thema. Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde die Mehrzahl der Umspannwerke und der Schaltanlagen zu diesem Zwecke über dedizierte Kommunikationssysteme an ein übergeordnetes Scada/EMS-System¹⁾ angeschlossen. Der nächste Schritt, die Anbindung von kleineren Unter- und Trafostationen, wurde jedoch bis heute nur sehr vereinzelt realisiert, dies nicht zuletzt aus Kostengründen.

Die hohen Kosten sind verursacht durch die vorhandene ältere, jedoch immer noch sehr zuverlässig funktionierende Infrastruktur und das Fehlen von adäquaten Kommunikationsmedien.

Dieser Artikel befasst sich mit einigen grundsätzlichen Anforderungen an entsprechende Kommunikationssysteme sowie mit deren praktischer Integration in bestehende Scada- und Zählerfernauslese-Systeme.

Im Laufe der letzten Jahre und Jahrzehnte wurden verschiedene Ansätze zur kommunikationstechnischen Erschliessung kleinerer Trafo- und Unterstationen gestartet. Solche sogenannten «Distribution Automation and Demand Side Management»-

Josef Lehmann, Peter Bodmer

Systeme (DA/DSM-Systeme²⁾) bestehen im Allgemeinen aus den in Bild 1 dargestellten Komponenten.

Neben einer beinahe unübersehbaren Anzahl von Protokollen für die Automatisierung sollen auch noch ebenso viele verschiedene Protokolle zur Auslesung von Zählern über das gleiche Medium und die gleichen Schnittstellen übertragen werden. Dies ist verständlich aus der Sicht des Kunden, der seine Investition in ein Kommunikationssystem möglichst optimal nutzen möchte, führt jedoch beim Integrator zu teilweise sehr unglücklichen Hybridlösungen. Besonders Kombinationen zwischen Zählerfernauslesung und Scada führen immer wieder zu Problemen mit unterschiedlichen Echtzeitanforderungen. Da eine umfassende Betrachtung dieser Probleme den Rahmen dieses Artikels sprengen würde, werden im Folgenden nur kommunikationsspezifische Anforderungen und Probleme betrachtet.

Übersicht über die verschiedenen Technologien

Es gibt heute eine Flut von Kommunikationssystemen, welche mehr oder weniger häufig für die Verteilnetzautomatisierung eingesetzt werden. Die wichtigsten Technologien sind dabei Modems für Steuer-

oder Signalkabel (Wahlmodem, NF-Modems³⁾, xDSL-Modems⁴⁾) oder Modems für Glasfaser, Telefon, GSM/GPRS-Funk⁵⁾, UHF/VHF-Funk⁶⁾, Wimax⁷⁾, WLAN⁸⁾ oder PLC⁹⁾.

Die nachfolgende Übersicht gibt nur ein allgemeines Bild wieder, so, wie es die Autoren in Spezifikationen und Installationen von DA-Systemen angetroffen haben. Oftmals sind die spezifischen Gegebenheiten sehr verschieden, weil die heutigen Verteilnetze das Resultat von einer mehr als 100-jährigen Entwicklung repräsentieren. In der Schweiz mit ihrer grossen Zahl an kleinen und kleinsten unabhängigen Versorgern ist die Vielfalt der verwendeten Systeme überwältigend und beinahe ein Spiegel von ganz Westeuropa.

Kabelmodems über Steuerkabel

Steuerkabel wurden in der Vergangenheit zusammen mit Mittelspannungskabel verlegt. Es handelt sich dabei in der Schweiz oft um 1,5-mm²-Kupferleitungen. Die Leitungen gelten oft als problematisch, da im Fehlerfall durch Potenzialverschiebungen sehr hohe Spannungen auftreten können, welche die verwendete Kommunikationsinfrastruktur beschädigen können. Im Wei-

Glossar

AMR	Automatic Meter Reading
Cenelec	Comité européen de normalisation électrotechnique
DA	Distribution Automation
DSM	Demand Side Management
EMS	Energy Management System
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communication
kbit/s	Kilobit pro Sekunde
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
NF	Niederfrequenz
PLC	Power Line Communication
RMU	Ring Main Units
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervision Control and Data Acquisition
UHF	Ultra High Frequencies
VHF	Very High Frequencies
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
(x)DSL	Digital Subscriber Line (VDSL, HDSL, ADSL, SDSL, PDSL ...)

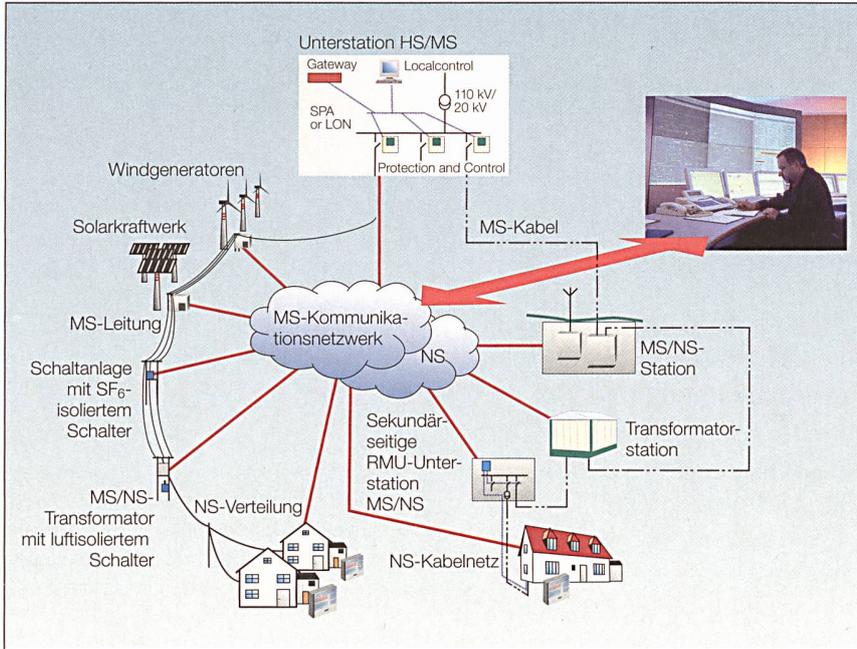


Bild 1 Allgemeine Konfiguration für Verteilnetzautomatisierungssysteme.
 HS: Hochspannung; MS: Mittelspannung; NS: Niederspannung; RMU: Ring Main Unit.

fachbeiträge

teren sind viele Leitungen über die Jahre mechanisch beschädigt worden und funktionieren nur noch beschränkt mit handelsüblichen Kabelmodems. Diese Probleme lassen sich jedoch durch entsprechende Schutzmassnahmen und eine entsprechende Modemtechnologie systematisch beheben.

Glasfaserkabel

Glasfaserkabel sind hinsichtlich Sicherheit und Hochspannungstoleranz sicherlich die perfekte Wahl. Leider sind solche Leitungen oft nicht vorhanden und können – speziell in städtischen Regionen – nur mit grossem Aufwand verlegt werden. Der Boom der letzten Jahre und Jahrzehnte, als überall wo immer möglich Glasfaserkabel verlegt wurden, hat sich in letzter Zeit etwas verlangsamt, da das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht optimal ist. Dies gilt umso mehr für die hier behandelten Anwendungen, bei denen eine Zweitnutzung eher unwahrscheinlich ist.

Öffentliches Telefonnetz

Trafostationen über das öffentliche Telefonnetz zu erschliessen, ist eine einfache und effiziente Art, ein Überwachungs- und Automatisierungssystem zu realisieren. Oftmals sind die Stationen jedoch abgelegen oder unterirdisch gebaut und somit nicht einfach zu erschliessen. Die Betriebskosten sind verhältnismässig hoch, auch wenn die entsprechenden Netzbetreiber immer öfters bereit sind, über spezielle Konditionen zu verhandeln. In der Schweiz sind die Tele-

kommunikationskosten immer noch verhältnismässig hoch.

GSM/GPRS-Funk

Die Verwendung von GSM/GPRS-Funk zur Automatisierung von weit auseinanderliegenden Trafostationen ist ein bestechend einfacher Ansatz, zumal die Technik mittlerweile auch für den industriellen Bereich erschwinglich ist. Die Betriebskosten sind so weit gesunken, dass sich der Einsatz dieser Technologie rechtfertigt. Allerdings ist die weitflächige Abdeckung mit GSM/GPRS noch unbefriedigend, im Speziellen, wenn man auf einen einzigen Telekommunikationsanbieter angewiesen ist. Oftmals sind Stationen auch trotz zusätzlich installierter Antennen nur beschränkt oder gar nicht erreichbar – dies auch bei Netzen mit guter Funkabdeckung, wie beispielsweise jenes von Hongkong, das als eines der besten der Welt gilt. Dort sind bei einem realisierten Projekt, wo GSM zur Stationsüberwachung und für die Auslesung von Zählern eingesetzt wurde, etwa 30% der Stationen nicht erreichbar.

UHF/VHF-Funk

Hierunter versteht man auf konventionellen Funktechniken (Bündelfunk, Betriebsfunk usw.) basierende Systeme. Für den DA/DSM-Bereich sind dies oftmals Systeme, welche auf nicht mehr verwendeten Betriebsfunkfrequenzen aufgesetzt wurden oder die speziell zu diesem Zwecke betriebene Radionetzwerke verwenden. Sofern solche Systeme vorhanden sind und die

Wartung der entsprechenden Infrastruktur kein Problem darstellt, ist dies sicherlich eine gute Möglichkeit der Kommunikation zwischen Scada-Kommandostationen und RTUs¹⁰⁾. Wenn die Infrastruktur erst geschaffen werden muss, ist der finanzielle Aufwand oft erheblich, und oftmals sind keine freien Frequenzen vorhanden. Trotzdem erfreuen sich auf UHF/VHF-Funk basierende Systeme in Skandinavien und Grossbritannien einer grossen Beliebtheit.

Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Wimax, die grosse Schwester des WLAN, besteht als Technologie für DA/DSM-Systeme durch Konzept und Geschwindigkeit. Die Leistungsgrenze von Wimax liegt bei 50 km Reichweite und einer Datentransferrate von bis zu 108 Mbit/s. Inwieweit eine entsprechende Infrastruktur aufgebaut wird, ist jedoch weitgehend abhängig von der Verfügbarkeit entsprechender Frequenzen und der Preisstrategie der Festnetzbetreiber. Ein entsprechender Ausbau wird nur dort stattfinden, wo auch schon GSM/GPRS und andere Kommunikationsmedien ausgebaut sind. In Regionen, wo WLAN grossflächig ausgebaut wurde, wird wenig Raum für Wimax bestehen.

WLAN (Wireless Local Area Network)

WLAN hat in Europa beinahe keine Bedeutung in der Automatisierung von Unter- und Trafostationen. Im mittleren Osten und auch Indien entstanden in den letzten Jahren jedoch immer mehr solche Systeme, bei denen die meist auf Masten platzierten Trafostationen sowie die Dächer der Unterstationen als Hotspots für WLAN-Systeme genutzt werden. Die entsprechenden Hotspots können bis zu 1 km auseinanderliegen, und bei der dort oftmals niedrigeren Bauweise besteht oft Sichtkontakt zu mehreren Stationen. Es entsteht dadurch ein komplexes Netzwerk, welches so ganz nebenbei der Bevölkerung als Zugang ins Internet dient.

PLC (Power Line Carrier)

Diese leitergebundene, speziell bei Mittelspannungsleitungen verwendete Kom-

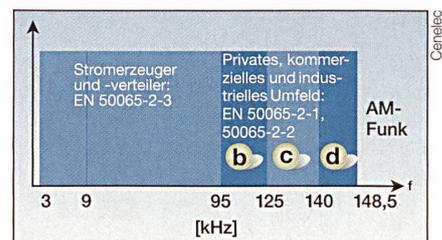


Bild 2 Frequenzbereichszuteilung der EN 60065.
 b, c, d: Cenelec-Bänder.

Zweck	Verfügbarkeit	Datenrate	Bemerkungen
Systemüberwachung	Mittel	Gering	Monitoring
Zählerfernauslesung	Niedrig	Gering	Automatic Meter Reading (AMR)
Automatisierung	Hoch	Gering	Automation
Fehlerisolierung	Hoch	Moderat	Fault Isolation
VolP für Telefonie	Niedrig	Hoch	Sprache über Internet
Webcam	Niedrig	Hoch	Bewegte Bilder via Internet

Tabelle I Rudimentäre Anforderungen an das Kommunikationssystem.

Gering: weniger als 2 kbit/s; moderat: zwischen 2 und 20 kbit/s; hoch: mehr als 20 kbit/s.

munikationstechnik ist eine Technologie, welche in der Verteilnetzautomatisierung noch keine grosse Verbreitung gefunden hat. Dabei lassen sich mit ihr, sofern richtig angewendet, sehr viele Probleme lösen, die aus Kostengründen sonst noch lange Zeit nicht realisiert würden.

Unter dem Begriff PLC laufen momentan zwei unterschiedliche Systeme, welche für unterschiedliche Anforderungen entwickelt wurden. Beim sogenannten «Breitband-PLC» handelt es sich um trägermodulierte Systeme, welche im Frequenzbereich zwischen 2 und 30 MHz arbeiten. Die Datenraten können auf Mittelspannungsleitungen bis 100 Mbit/s erreichen. Dies klingt alles sehr gut: Der Nachteil besteht jedoch darin, dass unabhängig von der immer noch nicht abschliessend definierten Frequenzteilung die Dämpfung für solche Frequenzen sehr hoch ist. Auf Kabeln kann man typischerweise zwischen maximal 600 und 1000 m kommunizieren. Auf Überlandleitungen werden Entfernungen bis 3000 m publiziert. Auf Basis eigener Messungen sind 1500 m als Obergrenze jedoch eher realistisch.

Sogenanntes «Schmalband-PLC» arbeitet in Europa meistens im Cenelec-Bereich zwischen 3 und 149,5 kHz (Bild 2).

Entsprechende Systeme erreichen zwischen 1 und 250 kbit/s. Auf Kabeln lassen

sich damit bis etwa 12 km überbrücken, auf Überlandleitungen bis etwa 40 km. Wie überall liegt auch bei PLC-Systemen die Tücke im Detail. Übergänge von Erdkabeln auf Überlandleitungen sowie Abgänge wirken wie Tiefpässe und Filter.

Für die Ankopplung sind – sowohl für Schmalband- wie auch für Breitband-PLC – induktive und kapazitive Koppelsysteme zu verwenden.

Grundsätzliche Anforderungen an die Kommunikation für DA/DSM

Leider werden im Bereich der Verteilnetzautomatisierung die Anforderungen an das Kommunikationssystem eher durch technisch erreichbare Datenraten als durch effektive Bedürfnisse charakterisiert.

Wie in Tabelle I zu erkennen ist, kommt man bei den aufgezählten Anforderungen immer wieder auf Kommunikationstechniken mit einer hohen Verfügbarkeit und einer geringen oder moderaten Datenrate. Eine hohe Redundanz, eine grosse Verfügbarkeit und moderate Datenraten können durch Kanalredundanz erreicht werden, indem man GSM/GPRS-Funk und PLC bzw. UHF/VHF-Funk und PLC kombiniert.

Für den normalen Betrieb, bei welchem fast ausschliesslich nur «Hallo-Meldungen»

hin- und hergeschickt werden, ist die Zuverlässigkeit der Stromleitung vollständig ausreichend, und es kann – sollte die Leitung tatsächlich einmal durch Störungen oder andere Probleme nicht verfügbar sein – immer auf den zweiten Kanal ausgewichen werden. Solche Back-up-Lösungen werden von allen modernen Scada-Systemen unterstützt.

Kommunikationssysteme im Vergleich

Die letzten Jahre hat sich als wesentliches Mass für die Leistungsfähigkeit eines Kommunikationssystems der maximale Datendurchsatz behauptet: Die einzelnen Techniken werden nur noch anhand von Mbit/s verglichen. Dabei geht vergessen, dass dieser Wert für die Automatisierungstechnik, bei der meistens nur geringe Datenmengen zwischen den einzelnen Datenpunkten ausgetauscht werden, eher zweitrangig ist. Der wirklich interessante Wert ist die Reaktionszeit des Systems, also die Zeit, die zwischen einem Aufruf und der dazugehörigen Antwort vergeht. Tabelle II gibt einen Überblick über die verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Kombinationen, und in Bild 3 ist der zeitliche Ablauf für einen typischen Kommunikationsaufbau für ein PLC-System (Bild 3a), für ein standleistungs-basierendes System (Bild 3b) und für ein wahlleistungs-basierendes System (Bild 3c) dargestellt. Die Telegrammlänge beträgt jeweils 1000 bit. Die Beschränkung auf den Kommunikationsaufbau ist zulässig, da dieser Teil bei kurzen Telegrammen meistens mehr effektive Bandbreite verbraucht als die anschliessende Übertragung der Daten.

In Tabelle III sind die Konsequenzen dieser Überlegung für ein Telefonmodem unter der Annahme erläutert, dass der Verbindungsaufbau etwa 2 s dauert, was schon eher schnell ist.

Leitungsorientierte Kommunikationssysteme		Paketorientierte Kommunikationssysteme
Bei diesen Systemen besteht eine direkte «1:1»-Verbindung zwischen Empfänger und Sender, und zwar entweder während der gesamten Zeit, in welcher Daten ausgetauscht werden, oder aber auch ständig. Nach Aufbau der Verbindung können auch paketorientierte Daten über diesen Kanal übertragen werden. Im Zeitalter von DSL werden auch Stand- und Wahlleitungen über dieselbe Leitung realisiert.		Bei diesen Systemen wird ein Kommunikationskanal von vielen Teilnehmern gleichzeitig verwendet. Es besteht also theoretisch eine «n:n»-Verbindung, welche für DA/DSM-Anwendungen meistens auf eine «1:n»-Verbindung reduziert wird. Bei solchen Systemen werden Sender- und Empfängeradressen in jedem gesendeten Telegramm übertragen. Die Daten haben eine Synchronisationssequenz für jedes Datenpaket.
Fixleitungssysteme	Wahlleitungssysteme	
Standleitung	Öffentliches Telefonnetz	PLC
Hochspannungsträgerfrequenzsysteme	GSM	Wimax
Steuerkabel		WLAN

Tabelle II Typisierung von Kommunikationssystemen.

Bei UHF/VHF-Funksystemen werden beide Technologien in Kombination verwendet. Dabei kann man das Aufwecksignal (Push to Talk) als Einwählen in das System verstehen, während die nachfolgenden Daten wieder paketorientiert übertragen werden können.

Modem-geschwindigkeit		Länge des Telegramms		
[kbit/s]	Kanalaufbau [s]	[bit]		
		100	1000	10000
		effektive Datenrate [bit/s]		
10	2	49,8	476,2	3333,3
20	2	49,9	487,8	4000,0
50	2	50,0	495,0	4545,5
100	2	50,0	497,5	4761,9

Tabelle III Vergleichbare Datenraten bei leistungsorientierten Verbindungen. Die Zeit für den Kanalaufbau entspricht t_2 in Bild 3.

Wie Tabelle III zu entnehmen ist, hat die Geschwindigkeit des Modems wenig Einfluss auf die relevante Reaktionszeit. Sie zeigt im Weiteren die effektiven Datenraten im Verhältnis zu Telegrammlänge und Modemgeschwindigkeit.

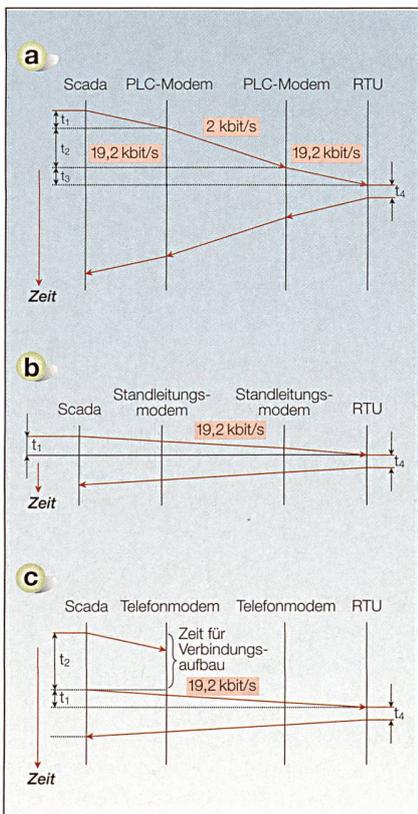


Bild 3 Reaktionszeiten von Modems.
Die Telegrammlänge beträgt jeweils 1000 bit.
 t_4 : interne Verzögerung der RTU (empfangen, interpretieren, ausführen und rückmelden des Befehls).
Bild 3a: PLC-Modem
 $t_1 = t_3 = 1000 \text{ bit} / 9,6 \text{ kbit/s} = 0,1 \text{ s}$
 $t_2 = 1000 \text{ bit} / 2 \text{ kbit/s} = 0,5 \text{ s}$
Reaktionszeit_{PLC} = $4 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + t_4$
Bild 3b: Standleitungsmodem
 $t_1 = 1000 \text{ bit} / 9,6 \text{ kbit/s} = 0,1 \text{ s}$
 $t_2 = 0$; t_3 existiert nicht
Reaktionszeit_{Standleitung} = $2 \cdot t_1 + t_4$
Bild 3c: Wahlmodem
 $t_1 = 1000 \text{ bit} / 9,6 \text{ kbit/s} = 0,1 \text{ s}$
 t_2 unbestimmt; t_3 existiert nicht
Reaktionszeit_{Wahlleitung} = $2 \cdot t_1 + t_2 + t_4$

Wie man in Bild 2 sehen kann, sind die Verzögerungen, die bei PLC auftreten können, unabhängig davon, wie schnell das PLC-Modem ist, mindestens doppelt so lang wie bei einer synchronisierten Standleitung. Die längeren Verzögerungen kommen daher, dass zuerst ganze Blöcke empfangen werden müssen, bevor sie codiert und weitergeschickt werden können. Abhängig von der verwendeten Codierung kann diese Verzögerung variieren. Bei transparenten¹¹⁾ PLC-Modems kommt es durch diese Blockorientierung sehr oft zu Unterbrüchen im Kommunikationsfluss, welche nicht von allen Scada-Systemen oder RTUs toleriert werden. Bei neuen Modems lassen sich diese Parameter einstellen.

Bei allen paketorientierten Kommunikationssystemen steigt die Synchronisationszeit mit steigender Übertragungsrate an. Dies bedeutet de facto, dass Systeme mit hoher Datenrate für die hier beschriebenen Anwendungen eher einen geringeren Durchsatz bringen als langsamere.

Dies entspricht auch dem realen Empfinden vieler Benutzer solcher Systeme, die die Reaktionszeit eines alten Wechselstromträgersystems mit 200 bit/s als schneller empfunden haben als jene eines neuen 10-Mbit/s-Systems.

Einfluss des Kommunikationssystems auf das Scada-System

Bei vielen Scada-Systemen ist die richtige Einstellung der systeminherenten Reaktionszeit schon die erste zu überwindende Hürde, da Scada-Systeme intern mit Standleitungen rechnen und Telegramme oftmals schneller wiederholen, als das Kommunikationssystem antworten kann. Dies ist im Speziellen der Fall bei Modems, welche eine automatische Wiederholungsfunktion im Falle eines Fehlers haben oder

wo über mehrere Repeater gearbeitet werden muss. Bei Scada-Systemen muss daher durch die Verzögerung bei PLC- und Funksystemen eine Anpassung des internen Zeitverhaltens durchgeführt werden. Dies klingt zwar banal, ist jedoch einer der häufigsten Fehler, der bei der Integration von Systemen mit unterschiedlicher Reaktionszeit gemacht wird: Paketorientierte Systeme werden meistens vom Scada- oder AMR-Server¹²⁾ als Standleitung behandelt.

Zusammenfassung

Die Projektierung eines Kommunikationssystems für DA/DSM braucht Generalisten, die die Stärken und Schwächen der verschiedenen Technologien kennen, denn nur in der Kombination der unterschiedlichen Technologien lassen sich flächendeckende DA/DSM-Systeme umsetzen. Die Implementierung eines effizienten und kostenoptimierten Systems bedarf daher einer sehr sorgfältigen Planung, die sich aber innert kurzer Zeit amortisiert. Für die Planung ist es allerdings unabdingbar, verlässliche Informationen bezüglich der verfügbaren Kommunikationsoptionen zu haben – und oftmals ist es notwendig, die vorgesehenen Kommunikationsstrecken zu vermessen, was mit den entsprechenden Werkzeugen mittlerweile selbst für Mittelspannungsleitungen nicht mehr als 30 min pro Leitung beansprucht.

Auch wenn alle Kunden von sogenannten «Plug and Play»-Systemen träumen: Alle in diesem Beitrag beschriebenen DA/DSM-Kommunikationssysteme verlangen einen nicht unerheblichen Aufwand an Engineering und Know-how bei der Inbetriebnahme eines effizienten Systems, wobei jede zusätzlich verwendete Kommunikationstechnologie einen weiteren Freiheitsgrad bei der Realisierung bietet.

Résumé

Techniques de communication pour l'automatisation des réseaux de distribution

Les systèmes DA/DSM à couverture générale ne sont possibles que par une combinaison correcte de diverses technologies. Le sujet de l'automatisation des réseaux de distribution n'est pas nouveau. Au cours des dernières décennies, la plupart des stations de transformation et des postes de couplage ont été raccordés dans ce but à un système Scada/EMS¹⁾ par des systèmes de communication dédiés. L'étape suivante, à savoir l'intégration de plus petites sous-stations et stations de transformation, n'a cependant été réalisée jusqu'à présent que de manière très sporadique, ceci avant tout pour des raisons de coûts. Ces coûts élevés sont dus à l'infrastructure ancienne qui fonctionne cependant encore très fiablement et à l'absence de moyens de communication adaptés. L'article traite de quelques exigences fondamentales posées à de tels systèmes de communication ainsi que de leur intégration pratique dans des systèmes actuels Scada et de relevé des compteurs à distance.

Weiterführende Literatur und Links

Dennis J. Rauschmayer: ADSL/VDSL Principles. Macmillan Technology Series, ISBN 1-57870-015-9.

Geoff Sanders, Lionel Thorens, Manfred Reisky, Oliver Rulik, Stefan Deylitz: GPRS Networks. Wiley, ISBN 0-470-84317-4.

George Abe: Residential Broadband. Second Edition, Cisco Press, ISBN 1-57870-177-5.

Hans Ottoson, Frederik Ygge, Per Carlsson, Josef Lehmann: Trial Report – Lugano: Communication Tests of Electronic Power Markets through Power Line Communications, towards the European Union. Palas-Powerline as an Alternative Local Access, IST-1999-11379.

James Northcote-Green, Robert G. Wilson: Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems. CRC, ISBN 10-0824726316.

Jim Geier: Wireless LANs. Macmillan Network Architecture and Development Series, ISBN 1-57870-081-7.

Sabbattini, Ramseier, Lehmann: Virtuelle Instrumente in der Praxis. ISBN 3-7785-2789-4, 2000

Sidnic Feit: Wide Area High Speed Networks. Macmillan Network Architecture and Development Series, ISBN 1-57870-114-7.

Uyless Black: Voice over IP. Second Edition, Prentice Hall Series in Advanced Communications Technologies, ISBN 0-13-065204-0.

www.cipunet.com: An introduction to PLC technology including products and applications.

www.61850.com: IEC 61850: Standard for Substation Automation Systems.

http://grouper.ieee.org/groups/bop: IEEE P1675: Standard for Broadband over Power Line Hardware.

www.wimaxforum.org: Wimax-Forum.

Angaben zu den Autoren

Josef Lehmann ist seit 1994 in verschiedenen Positionen in Bereichen Forschung, Entwicklung und Business Development bei ABB Schweiz tätig – mit Schwergewicht auf PLC-Anwendungen in Verteilnetzen. Seit 2003 ist er Geschäftsführer der Cipunet AG.

Cipunet AG, Aufdorfstrasse 193, 8708 Männedorf, josef.lehmann@cipunet.com

Peter Bodmer ist seit über 30 Jahren im weltweiten Verkauf und Business Development in der Business Unit Power Systems Communications bei ABB Schweiz tätig. Seit 2003 ist er Verwaltungsratspräsident der Cipunet AG, die über ein grosses Produktportfolio und weltweite Erfahrung

in der Implementierung von leitergebundenen Übertragungssystemen für Energieverteilungssysteme verfügt.

Cipunet AG, Aufdorfstrasse 193, 8708 Männedorf, peter.bodmer@cipunet.com

¹⁾ Scada: Supervisory Control and Data Acquisition; EMS: Energy Management System.

²⁾ DA: Distribution Automation; DSM: Demand Side Management.

³⁾ NF: Niederfrequenz.

⁴⁾ xDSL: (x)DSL: Digital Subscriber Line (VDSL, HDSL, ADSL, SDSL, PDSL ...).

⁵⁾ GSM: Global System for Mobile Communication; GPRS: General Packet Radio Service.

⁶⁾ UHF: Ultra High Frequencies; VHF: Very High Frequencies.

⁷⁾ Wimax: Worldwide Interoperability for Microwave Access.

⁸⁾ WLAN: Wireless Local Area Network.

⁹⁾ PLC: Power Line Communications.

¹⁰⁾ RTU: Remote Terminal Unit.

¹¹⁾ Unter transparenten Signalen ist die Übertragung von Telegrammen ohne Veränderung der zeitlichen Sequenz des Telegramms zu verstehen.

¹²⁾ AMR: Automatic Meter Reading, automatisches Fernauslesen.

Cipunet. Verteilnetz-Automatisierungs-Technik.

Der neue Begriff für industrielle Kommunikationssysteme.

Wir bieten Kommunikations-Technologien mit denen Sie sich jederzeit über den Zustand Ihres Verteilnetzes informieren können. Ohne grössere Investitionen.

Haben Sie Probleme mit Zählerfernauslesung? Reden Sie mit uns.

www.cipunet.com

cipunet

hilsa

Basel 22–26|01|2008



Das lässt keinen kalt.

- Der Branchenevent für alle Fachleute der Haustechnik
- Wichtigste Networkingplattform für Führungskräfte und Entscheider
- **Deckt alle Bereiche der Haustechnik ab: Heizungstechnik, erneuerbare Energien, Sanitär, Dämmtechnik, Dichtungen, Lüftungs-, Klima-, Kältetechnik, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, Gebäudeautomation, Haustechnik, Pumpen, Zubehör, Spenglerei, Werkstatt, Lager, Bekleidung, Servicedienste, Planung**
- forum hilsa: täglich innovative Referate über Klima, Energie & Umwelt und Nachhaltigkeit
- piazza hilsa: die Branchenverbände präsentieren sich in italienischem Ambiente
- **Hilsa auch am Samstag geöffnet**
- Was Sie sonst noch erwartet: www.hilsa.ch

mch
messe schweiz
marketing live.

MCH Messe Schweiz (Basel) AG | Hilsa 08 | CH-4005 Basel

