



Intelligenz für Verteilnetze

Konzepte der Automatisierung

Auswirkungen der Energiewende im Verteilnetz

Durch die dezentrale Einspeisung von erneuerbaren Energien haben sich die Verhältnisse in den Versorgungsnetzen geändert. Die umfangreiche Einspeisung aus Photovoltaik-, Windkraft- und Biogasanlagen macht es zunehmend aufwändiger, stabile Netze mit zulässigem Spannungs- und Frequenzband zu gewährleisten. In den Übertragungsnetzen der Hoch- und Mittelspannung (HS/MS) stellen bspw. das Engpassmanagement und die Trafostufensteuerung nötige Mechanismen zur Ausregelung bereit. Doch gerade in den Verteilnetzen sind die Auswirkungen der dezentralen Einspeiser erheblich, da in den vermaschten, meist heterogenen Strukturen typischerweise keine Regelalgorithmen eingesetzt oder Stellgrößen wie regelbare Transformatoren verbaut sind. Kabel, Freileitungen und deren Schaltanlagen sind für diese neuen Energieflüsse weder geplant noch ausgelegt. So kann es zu starken Belastungen der Betriebsmittel im Netz kommen, die deren Lebensdauer reduzieren. Ohne zusätzliche Sensorik und Datenerfassung bleiben diese Zustände zumeist unerkannt. Die hieraus resultierenden Kosten durch frühzeitigen Betriebsmitteltausch und reduzierte Netznutzungsentgelte aufgrund längerer Ausfallzeiten können erheblich sein. Neben der Verpflichtung zur Spannungshaltung wurden die Netzentgelte im Rahmen der Anreizregulierungsverordnung an die bereitgestellte Netzqualität über den Q-Faktor gekoppelt. Schon aus diesem Grund liegt eine Verbesserung der Verfügbarkeit und Verkürzung der Ausfallzeiten im wirtschaftlichen Interesse der Versorgungsunternehmen.

Verteilte Intelligenz als Lösung

Ein schneller Ausbau der Netze ist kaum möglich und darüber hinaus extrem kostenintensiv. Intelligente Netze sind eine geeignete Lösung, da der Ausbau selektiv und zeitnah durchgeführt werden kann. In Deutschland sind derzeit etwa 500.000 Trafostationen in Form von Anschluss-, Kunden- oder Ortsnetzstationen (ONS) im Einsatz. Experten gehen

davon aus, dass etwa 10-15% dieser Stationen in ein intelligentes Netz eingebunden werden müssen, um eine signifikante Steuerbarkeit zu erreichen. Dies erfordert aufgrund der großen Stückzahlen einen hohen Aufwand und will darüber hinaus gut geplant sein, da die zusätzlichen Informationen aus den Netzen häufig auf Leitsysteme treffen, welche sich bereits durch die Integration der dezentralen Einspeiser an ihren Kapazitätsgrenzen bewegen. Eine technologisch und wirtschaftlich passende Fernwirklösung muss daher:

- Informationen aus den unterschiedlichen Messsystemen für die Leitstelle präzise vorselektieren und aufbereiten können;
- je nach Stationstyp (Kompaktstation oder begehbare Station) die Platzverhältnisse berücksichtigen und im Zweifel entsprechend kompakt dimensioniert sein;
- einfach und schnell in die bestehenden Strukturen integrierbar sein, um den Gesamtaufwand zu reduzieren.

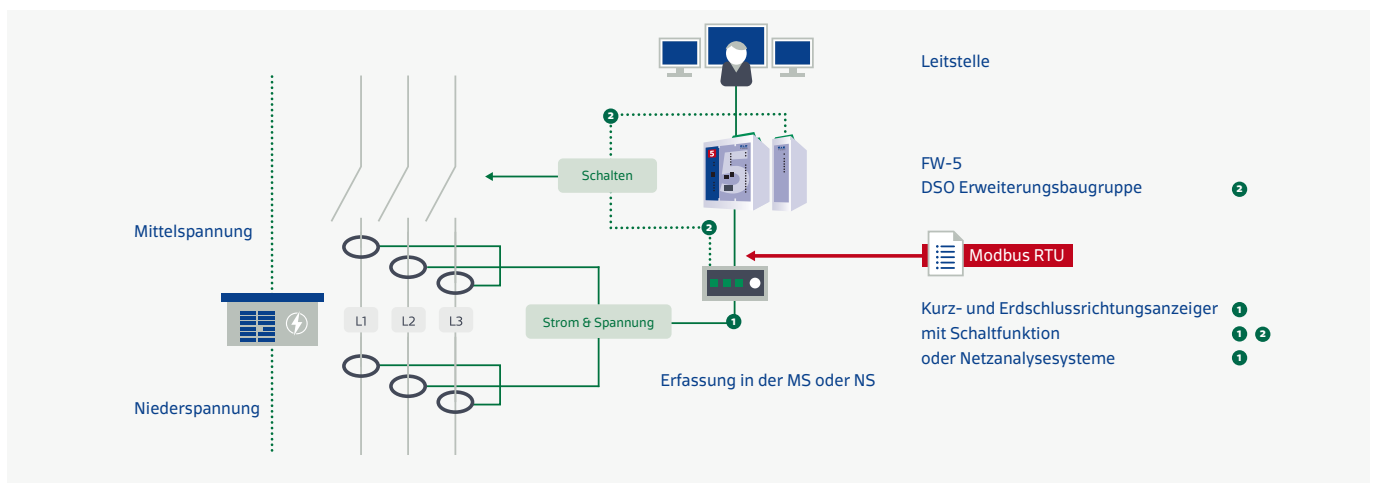
Die Stationen sollten im Hinblick auf ihre variierende Bedeutung für die Sicherstellung der Netzstabilität in unterschiedliche Klassen eingeteilt werden:

- 1 Stationen mit Fernüberwachung ohne Fernsteuerung
- 2 Stationen mit Fernüberwachung & Fernsteuerung
- 3 Stationen mit Fernüberwachung, Fernsteuerung & Schutz

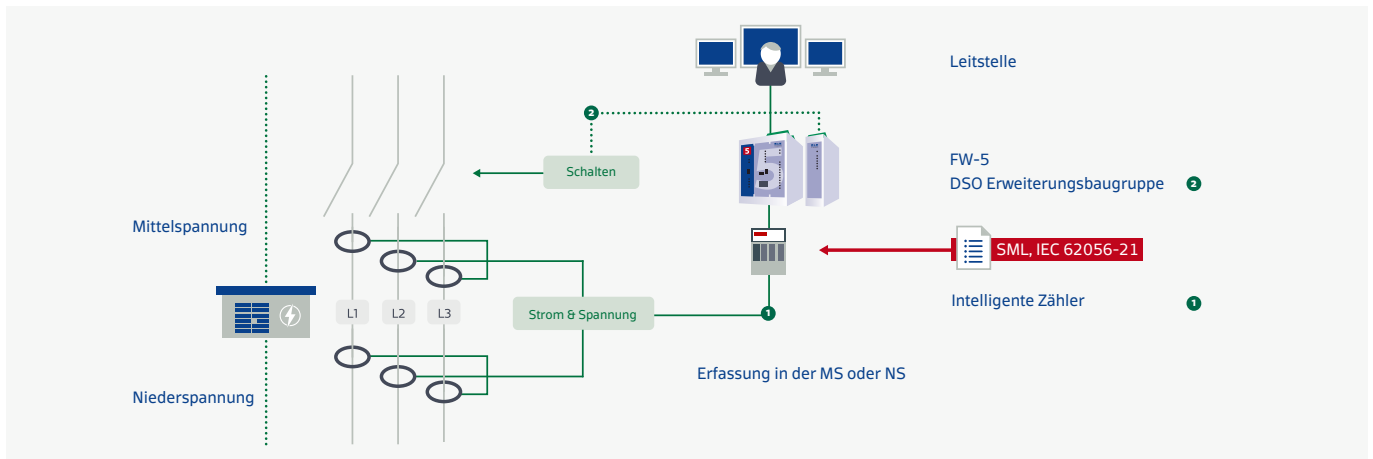
Diese Aufgabenstellungen müssen zudem sowohl für die bestehenden als auch für neue Anlagen gelöst werden.

1 Stationen mit Fernüberwachung ohne Fernsteuerung

Die einfachste Form der Überwachung für den Anwendungsbereich der Trafostationen ist die Einbindung von Erdschluss- und Kurzschlussanzeigern. Die Geräte helfen bei der zuverlässigen Lokalisierung von Fehlern im Netz. Im Falle von dezentraler Erzeugung und dem daraus resultierenden bidirektionalen Lastfluss empfiehlt sich allerdings die Verwendung von Geräten mit zusätzlicher Richtungsanzeige.



Messung mit Kurz- und Erdschlussrichtungsanzeigern bzw. Netzanalysesystemen; unterschiedliche Schaltmöglichkeiten.



Anbindung mit intelligenten Zählern. Schalten optional über DSO Erweiterungsbaugruppe.

Netzüberwachung

Für eine umfangreiche Netzüberwachung stehen verschiedene Systeme zur Auswahl, welche über die reine Fehlererkennung hinaus Netzkennzahlen bereitstellen, wie z.B.:

Laststrommonitor

- Erfassung der Leiterströme I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}
- Durchschnittswerte der letzten 15 Minuten
- Schleppezeigerfunktion
- Erfassung von Unsymmetriestrom I_E

Spannungsmonitor

- Erfassung der Leiterspannungen U_{LL}
- Verlagerungsspannung U_{NE}

Monitoring weiterer Netzkennwerte:

- $P, Q, S, \cos \varphi, f$

Erfassung der Lastflussrichtung:

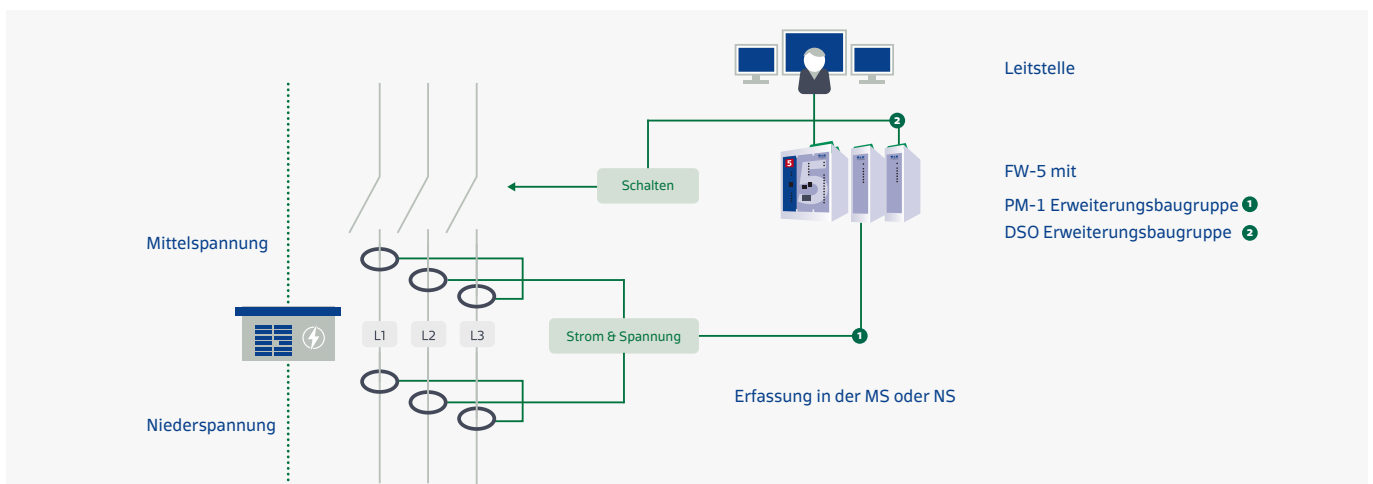
- Vorwärts/Rückwärts, A/B

Technische Umsetzung

Generell bieten sich unterschiedliche Ansatzpunkte:

- Abgriff der Ströme und Spannungen auf der MS-Seite
- Abgriff der Ströme und Spannungen auf der NS-Seite

In neuen Netzstationen wird meist bereits werkseitig ein intelligenter Kurz- und Erdschlussrichtungsanzeiger eingebaut. Über deren Spannungsinformation und die Kabelumbauwandler oder Sensoren können die Messgrößen erfasst und Werte abgeleitet werden. In bestehenden Netzstationen ist die Nachrüstung der Abgriffe auf der Mittelspannungsseite aufwändig. Die Messung lässt sich auf der Niederspannungsseite deutlich einfacher realisieren. Aus den dort gemessenen Werten kann die Fernwirkanlage anschließend den Mittelspannungswert errechnen. Diese Aufgabe kann mit der im Parametrierwerkzeug setIT integrierten Rechenwertfunktion besonders einfach und komfortabel gelöst werden, da keine SPS-Programmierung notwendig ist. Stellgrößen wie z.B. Primär- und Sekundärspannung des Trafos können als Variable über den Webserver, setIT oder aus der Leitstelle heraus in der Station hinterlegt werden.



Alles aus einer Hand: PM-1 zur Messung, DSO Erweiterungsbaugruppe für sicheres Schalten.

Gerade in Anschlussstationen werden zum Teil Vierquadrantenähler verbaut. Auch diese liefern über eine serielle Schnittstelle neben dem Zählerstand alle erforderlichen Parameter. Als Protokoll wird das SML-Protokoll des Sym²-Zählers oder das IEC 62056-21 (ehemals IEC 1107) bereitgestellt. Die Werte werden im OBIS-Datenmodell übermittelt und sind in setIT bereits vordefiniert.

Neben der Erfassung der Werte über externe Systeme steht ab sofort auch eine leistungsmessende Baugruppe als Erweiterungsmodul des net-line FW-5 bzw. FW-5-GATE zur Verfügung. Die Baugruppe PM-1 verfügt über vier Strom- und drei Spannungseingänge und berechnet die daraus ableitbaren Werte. Sie bietet somit eine platzsparende und kostengünstige Alternative zu externen Messgeräten und Netzanalysesystemen.

Kombiniertes Know-how

Wir konnten bereits Kopplungen zu zahlreichen am Markt verfügbaren Systemen realisieren, wie z.B.:

- Horstmann ComPass B, B_n, B_s, B_p
- Kries IKI 50 Grid Inspector
- A.Eberle EOR 3D, NRG 96, ESM NA 400, ESM ENA 7000
- Janitza UMG 103, 104, 604, 96

Für die gängigsten Systeme sind in unserer Parametriersoftware setIT Templates für eine automatische Übernahme der jeweiligen Mengengerüste angelegt. Die Kopplung zwischen den Messsystemen und der Fernwirkanlage erfolgt über Modbus RTU.

Da es nicht sinnvoll ist, alle von den Messsystemen bereitgestellten Daten auch an die Leitstelle zu übertragen, sollte eine Selektion und Optimierung der relevanten Daten (z.B. durch Hysterese bei Messwerten) in der Fernwirkstation vorgenommen werden. Hier ist auch eine Archivierung der Verläufe in frei wählbaren Messperioden möglich. Diese können direkt an die Leitstelle übertragen oder zur späteren Auswertung vor Ort ausgelesen werden. Für alle Stationstypen mit Fernüberwachung empfiehlt sich das net-line FW-5 Kompaktsystem in den unterschiedlichen Grundformen und Erweiterungsmöglichkeiten.

Die Fernwirkstation und alle zwischengeschalteten Fernwirkköpfe führen die Werte der angeschlossenen Messkomponenten im Prozessabbild. Alle Informationen der Messstellen können ausgelesen und in der Diagnose über die Parametriersoftware setIT oder über den Webserver angezeigt sowie im Archiv der Station für genauere Auswertungen aufgezeichnet werden.

2 Stationen mit Überwachung und Fernsteuerung

In Ortsnetzstationen mit Fernsteuerung wird zusätzlich eine DSO-Baugruppe (DSO = Distribution System Operator) als Erweiterung zum FW-5-System benötigt. Die Baugruppen DSO-1 oder DSO-2 erlauben die sichere Befehlsabsteuerung in Stromnetzen durch:

- 1/n-Überwachung
- Außenkreisprüfung und Laufzeitüberwachung
- Optionale Kaskadierung zu Befehlsgruppen

Die Befehlsrelais sind 1,5- oder 2-polig ausgeführt und über Freigaberelais geführt. Die Ansteuerung kann in Einzel- oder Doppelbefehlen erfolgen. So lässt sich eine sichere Steuerung von Stellmotoren realisieren, wodurch gestörte Netzsegmente schnell vom Netz genommen und die Verfügbarkeit intakter Abschnitte rasch wieder hergestellt werden kann. Auch einige der zuvor genannten Kurz- und Erdschlussrichtungsanzeiger und Netzanalysesysteme haben bereits Möglichkeiten der Befehlssteuerung implementiert.

Exkurs Weitbereichsregelung

Neben der Möglichkeit zur Freischaltung gestörter Netzsegmente nutzen einige Netzbetreiber die gesammelten Messwerte für eine erste Form der automatisierten Lastoptimierung. Da die Ortsnetztrafos üblicherweise nicht regelbar ausgeführt sind, betrachtet man die Gesamtbilanz eines Netzsegments und nimmt entsprechende Regelungen am überlagerten UW vor. Bereits mit dieser globalen Steuerungsmöglichkeit lassen sich in der Praxis deutliche Effizienzverbesserungen erzielen.

Empfehlung zur USV

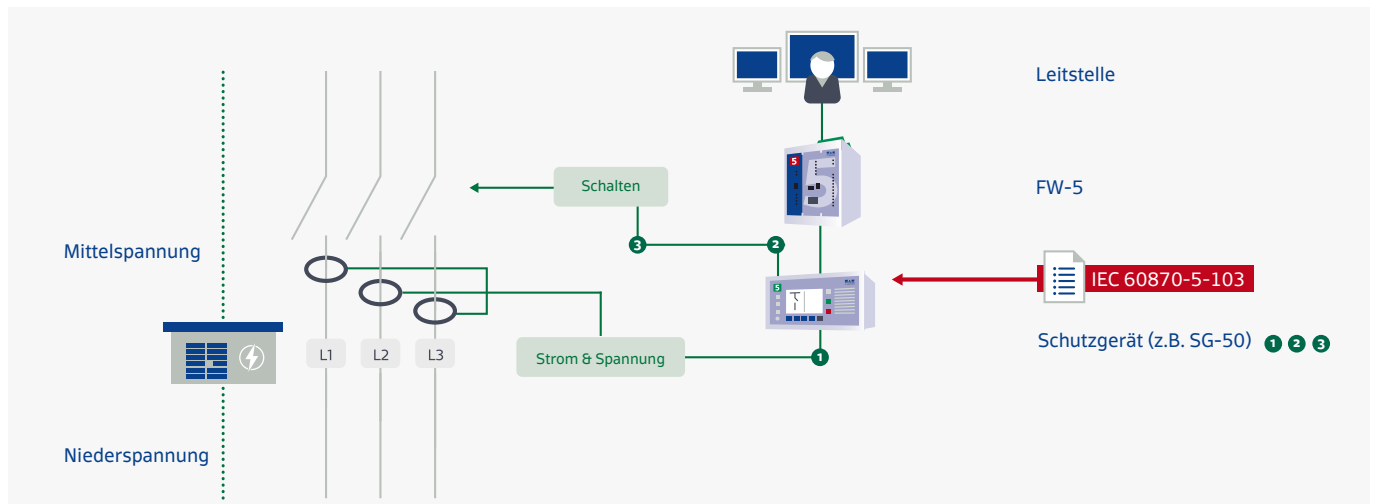
Es ist sinnvoll, Stationen an zentralen Positionen im Netz mit unterbrechungsfreien Stromversorgungen auszustatten, welche nach einem Spannungsausfall noch für einen gewissen Zeitraum Eingriffe ermöglichen, wie z.B.:

- Melden von Netzfehlern
- Gezieltes Schalten
- Definiertes „Wiederhochfahren“

Aufgrund der starken Anlaufströme der Schaltgeräte muss die Akkuleistung ausreichend hoch dimensioniert werden, um die gewünschte Anzahl an Schalthandlungen noch durchführen zu können. Je nach geographischer Lage und Bauform der Station (kompakt, begehrbar, etc.) kann es in der Anlage zu extremen Temperaturen kommen, welche sich negativ auf die Lebensdauer der Akkus auswirken. Daher kann es sinnvoll sein, die Anlage mit einer Klimatisierung und/oder Schaltschrankheizung auszustatten, um eine sichere Funktion des Akkus zu gewährleisten.

3 Stationen mit Überwachung, Fernsteuerung und Schutz

Die umfassendste Form der Automatisierung bietet die Verwendung von Schutzgeräten in Ortsnetzstationen. Sie erlauben neben den Funktionalitäten der zuvor genannten Systeme auch noch den autonomen Betriebsmittelschutz. Für den Schutz können wir das SG-50 Kombischutzgerät aus unserem Hause empfehlen. Das SG-50 gibt es in unterschiedlichen Ausführungen: Für einfachen UMZ-Schutz mit vier Stromeingängen, für weitergehende Funktionen mit zusätzlichen Spannungseingängen. Die Schutzfunktionen des Systems können (auch nachträglich) über die gut strukturierte Software parametrierbar werden.



Messen, schalten, schützen – mit dem SG-50 Kombischutzgerät.

Allgemeines zu den Lösungen

Gehäuse

Typischerweise werden die zuvor genannten Komponenten in einem Wandgehäuse montiert. Im Schaltschrank werden die Fernwirkanlage, das Übertragungsmodem, die unterbrechungsfreie Stromversorgung und die Übergabeklemmleiste untergebracht. Die Abmessungen des Gehäuses sollten nicht zu klein gewählt werden, um einen Wärmestau im Sommer zu vermeiden. Steht in der Ortsnetzstation kein separater Raum für die Sekundärtechnik zur Verfügung, kann die Fixierung des Schaltschranks mit Hilfe von Magneten eine raffinierte Lösung sein.

Datenübertragungswege

Wenn keine eigenen Übertragungswege zu den Ortsnetzstationen zur Verfügung stehen, erfolgt die Übertragung immer häufiger über DSL/GPRS/UMTS/LTE; i.d.R. also über TCP/IP-basierte Übertragungswege mit dem IEC 870-5-104 Protokoll. Die Anforderungen an den Schutz vor unberechtigtem Zugriff bei der Verwendung dieser Kommunikationswege sind heute zu Recht sehr hoch! Je nach vorliegender Infrastruktur empfiehlt sich im Hinblick auf BDEW-Whitepaper und ISMS die Nutzung folgender Sicherheitsfeatures:

- Benutzerverwaltung
- Zertifikate (für https und ftps)
- Gesicherte Protokolle
- End-to-End VPN-Verschlüsselung
 - IPsec
 - OpenVPN
- Firewalls

Interessant ist bei der Datenübertragung über GPRS auch das SAE eigene M2G-1. Das Modem wird mit setIT parametrierbar und über die Diagnosemöglichkeiten der neuesten setIT-Generation können die Phasen des Verbindungsaufbaus exakt analysiert werden.



Lösung Weitbereichsregelung

Im Rittal Kunststoff-Gehäuse mit Phoenix Contact Stromversorgung und FW-5-GATE in der 24-Volt-Variante. M2G-1 GPRS-Modem für sichere Datenübertragung mit IPsec VPN-Verschlüsselung und hardwaretechnische Entkopplung durch die serielle V24-Schnittstelle.

Die Messung übernimmt ein Janitza UMG-103. Für einen komfortablen Anschluss werden im unteren Teil der Box bereits beschriftete Klemmleisten bereitgestellt.

Besonderheit:

Das SAE-eigene GPRS-Modem M2G-1 erlaubt die komfortable Parametrierung der Kommunikation in setIT. Somit ist keine weitere Konfigurationssoftware notwendig. Über den Reset-Taster können Modem und Station vor Ort spannungsfrei geschaltet und so ein Neustart erzwungen werden; z.B. um die GPRS-Verbindung neu aufzubauen. Für eine schnelle und komfortable Installation wird die Box mit Magneten seitlich an die Schaltanlage angeheftet.



Verlängerte Eingriffsmöglichkeit

Im Rittal Metall-Schaltschrank mit FW-5, dem Dr. Neuhaus Tainy EMOD Modem, der Phoenix Contact USV und einem 12-Ah-Akku (ebenfalls Phoenix Contact).

Besonderheit:

Die Kombination der USV mit dem leistungsstarken Akku ermöglicht die Durchführung von Schalthandlungen innerhalb einer gewissen Zeitspanne nach bzw. während eines möglichen Fehlerfalls.



Überwachen und Schalten

Im kompakten Metall-Schaltschrank von Rittal mit FW-5-GATE-230, leistungsmessender Baugruppe PM-1, DSO-1 für sicheres Schalten, Lucom Modem zur Datenübertragung und Übergabeklemmleisten im unteren Bereich der Box.

Besonderheit:

Die 230-Volt-Variante des FW-5-GATE übernimmt die Stromversorgung des Modems und der Kommunikationsbaugruppen, sodass keine separate 230V-AC-Stromversorgung notwendig ist.

Empfehlungen und Optionen

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung kann bei Stationen ohne Fernsteuerung einfach und kostengünstig über die 230V-AC-Variante des FW-5-Systems realisiert werden. Der Akku wird direkt ans FW-5 angeschlossen, Ladeschaltung und 24V-DC für Modem und Meldespannung werden vom FW-5 bereitgestellt.

Mit Hilfe der Remote I/O (TBUS-T & TBUS-R) können abgesetzte Erweiterungsbaugruppen angebunden werden. So besteht die Möglichkeiten, mehrere Felder über eine Box zu steuern.



Auch Sonderwünsche sind möglich

Das net-line FWG-50 wurde nach den Wünschen eines Kunden, speziell für die Automatisierung von 10 kV-Anlagen konzipiert. Die Fernwirkeinheit wird aus Standardkomponenten der series5 bzw. series5+ Produktreihe zusammengestellt. Eine Besonderheit dieses Systems ist die Unterbringung in einem Metallgehäuse als Rahmen-Einschub. Die Bauhöhe von nur 8,8 cm bei 60 cm Tiefe wurde an die engen Platzverhältnisse in 10 kV-Anlagen angepasst und erlaubt eine Unterbringung des Gerätes innerhalb der Anlage.

Neben der Fernwirkeinheit stellt das Gehäuse auch Raum für eine Kommunikationskomponente z.B. TETRA-Funkmodem, DSL-Modem, WT-Standleitungsmodem oder eine sonstige Schnittstelle bereit. Lokale Erd-/Kurzschlussrichtungsanzeiger oder Schutzgeräte können über eine RS-485 Schnittstelle eingebunden werden.

Alle zum Betrieb erforderlichen Versorgungs- und Kommunikationsanschlüsse sind frontseitig herausgeführt.

Ausgesuchte Statusinformationen werden über LED an der Frontplatte angezeigt. Die Prozessanbindung erfolgt über einen seitlich angebrachten Harting-Stecker.

Das Fernwirkgerät kommuniziert über die standardisierten Fernwirkprotokolle IEC 60870-5-101 oder -104 mit übergeordneten Einrichtungen.

Weiterhin verfügt das FWG-50 über folgende Funktionen:

- Störungserfassung der Mittelspannungsstation und USV
- Fernschaltung der 3 Lasttrennschalter über 1,5-polige Doppelbefehle
- Befehlsabsteuerung 1/n mit Schalterstellungsrückmeldung über Doppelmeldungen
- Erfassen von Kurzschlussanzeigern der 3 Abgänge
- Rücksetzen der Kurzschlussanzeiger
- 2 Messwerte z.B. für Trafo-Temperatur
- Standardisierte Klemmen für flexiblen Austausch



Ergänzende Komponenten

Bei Ausfall der Netzspannung übernimmt eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) der Firma Schneider die Hilfsenergiebereitstellung für einen bestimmten Zeitraum. Diese kapazitive 24V-DC-USV wird in der gleichen Gehäuseform im Rahmen links vom Fernwirkgerät eingesetzt. Das Fernschalten der Lasttrennschalter erfolgt über EVU-Baugruppen mit 1/n-Überwachung (Pendant zu DSO-Karten) durch die Stellmotoren der Schaltanlage.



SAE IT-systems GmbH & Co. KG
Im Gewerbegebiet Pesch 14
50767 Köln (Cologne, Germany)
Tel.: +49(0)221/59 808-0
Fax: +49(0)221/59 808-60
info@sae-it.de
www.sae-it.de