

Entwurf und Aufbau einer Netzleitstelle mit Steuerungs- und Visualisierungsfunktionen

Student



Roman Häusermann

Ausgangslage: Die zunehmende Komplexität moderner elektrischer Energiesysteme stellt hohe Anforderungen an Überwachung, Steuerung und Schutz. Treiber dieser Entwicklung sind insbesondere der verstärkte Einsatz dezentraler erneuerbarer Energieerzeuger, der wachsende Einsatz von Intelligent Electronic Devices (IEDs) sowie der fortschreitende Grad der Digitalisierung. Dadurch gewinnen leistungsfähige und standardisierte Netzleitsysteme zunehmend an Bedeutung, um Betriebssicherheit, Transparenz und Reaktionsfähigkeit sicherzustellen. Vor diesem Hintergrund verfolgt die Arbeit das Ziel, eine Netzleitstelle für ein elektrisches Energiesystem im Labormassstab von 1:1000 zu entwerfen, praktisch umzusetzen und funktional zu überprüfen. Die Leitstelle soll Überwachungs-, Steuerungs- und Schutzfunktionen bereitstellen und dabei reale Betriebs- und Störfallszenarien möglichst praxisnah abbilden. Ziel ist nicht die vollständige Nachbildung einer industriellen Leitwarte, sondern der Aufbau einer modularen, erweiterbaren und realitätsnahen Testumgebung für Ausbildung, Forschung und zukünftige Erweiterungen.

Vorgehen / Technologien: Zur Umsetzung wurde eine modulare Systemarchitektur entwickelt, die industrielle Hardware- und Softwarekomponenten integriert. Zentrales Element bildet ein programmable Logic Controller (PLC) der Siemens-SICAM-A8000-Reihe, ergänzt durch eine SIPROTEC-Schutzrealis sowie eine Ethernet-basierte Kommunikationsinfrastruktur. Die Kommunikation erfolgt nach dem Standard IEC 61850, wodurch eine herstellerübergreifende Kompatibilität sowie eine nahezu echtzeitfähige Datenübertragung ermöglicht wird. Die praktische Umsetzung erfolgte in zwei aufeinander aufbauenden Versuchen. Im ersten Versuch lag der Fokus auf der grundlegenden Inbetriebnahme der Hardware, der Definition von Signalen sowie dem Entwurf einer ersten Visualisierung mittels Human Machine Interface (HMI). Messwerte und Schaltzustände konnten erfolgreich erfasst, verarbeitet und visualisiert werden. Der zweite Versuch erweiterte das System um das Schutzrelais und die ereignisbasierte Kommunikation mittels GOOSE-Signalen nach IEC 61850. Dadurch konnten Schutzfunktionen und automatische Reaktionen auf Störfälle realitätsnah umgesetzt werden.

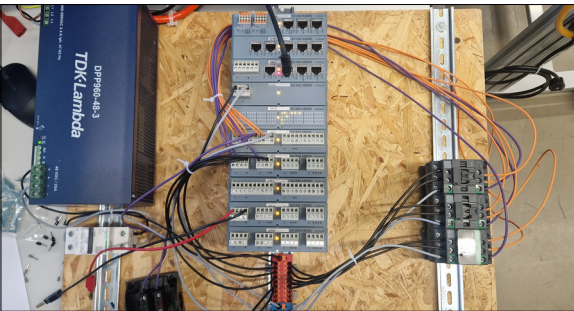
Ergebnis: Die durchgeführten Versuche zeigen, dass die entwickelte Netzleitstelle die grundlegenden Anforderungen an ein modernes Leitsystem erfüllt. Überstrom-Ereignisse wurden zuverlässig und innerhalb kurzer Zeit erkannt, entsprechende Warnungen ausgegeben und Ereignisse protokolliert. Die Visualisierung erwies sich als funktional und übersichtlich, wodurch der Systemzustand jederzeit nachvollziehbar war. Insgesamt bestätigt die Arbeit die Praxistauglichkeit des Konzepts und die Eignung standardisierter Protokolle wie IEC 61850 für den

Einsatz in modularen Testumgebungen. Der modulare Aufbau erlaubt eine schrittweise Erweiterung des Systems um zusätzliche Komponenten und komplexere Szenarien. Gleichzeitig wurde deutlich, dass der planerische Aufwand, insbesondere in Bezug auf Systemarchitektur, Signalmodellierung und IEC-61850-Konfiguration, nicht zu unterschätzen ist. Für zukünftige Arbeiten werden unter anderem die Erweiterung der Systemarchitektur, die Untersuchung von Redundanzkonzepten, die Einbindung von Geräten anderer Hersteller sowie IT-Sicherheitsaspekte empfohlen.

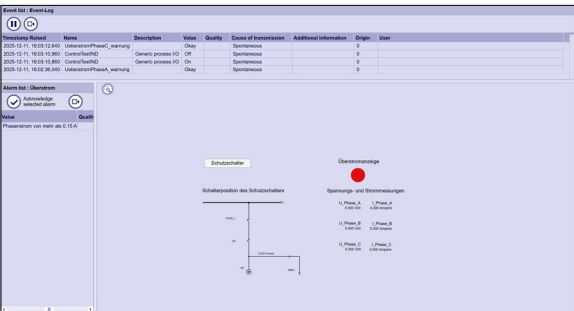
Netzleitstelle der Swissgrid in Laufenburg AG
<https://www.srf.ch>, Swissgrid-Hauptsitz in Laufenburg AG



Aufbau des ersten Versuches, der das Ein- bzw. Ausschalten einer Leitung durchführt
Eigene Darstellung



Zustand des HMIs bei Überstrom mit roter Alarmleuchte, geerdetem Motor und einem Eintrag in die Alarmliste
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Michael Schueller

Themengebiet
Energietechnik allgemein,
Elektrotechnik,
Elektrische Energietechnik,
Automation