SUPER-HIT

Software-based User-centric Platform for Enhanced Remote-control of Hybrid Intelligent Transformers

Programm / Ausschreibung	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2024	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	09.10.2023	**Projektende**	31.12.2024
Zeitraum	2023 - 2024	**Projektlaufzeit**	15 Monate
Keywords			

Projektbeschreibung

Die alternde Infrastruktur des weltweiten Stromnetzsystems führt zu Ineffizienzen, Unzuverlässigkeit und erhöhter Ausfallanfälligkeit. Es sind erhebliche Wartungs- und Modernisierungsarbeiten notwendig, um diesen Problemen entgegenzuwirken. Weiters führt die Integration erneuerbarer Energiequellen wie Solar- und Windenergie in das Netz aufgrund ihrer intermittierenden und variablen Natur zu Komplexität. Jedoch ist das Erreichen eines Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage kompliziert und erfordert fortschrittliche Energiespeicher- und -managementlösungen. Das Netz ist auch anfällig für verschiedene Störungen, die von extremen Wetterereignissen über Cyberangriffe bis hin zu physischen Angriffen reichen.

Die Implementierung von Smart-Grid-Technologien ist von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht ein nachhaltig stabiles und zukunftsfähiges Stromnetzsystem realisieren zu können. Inhalt dieses Projekts ist die Entwicklung einer umfassenden Softwarelösung zur Steuerung von Transformator-Netzwerken. Dabei werden modernste Sensoren, Kommunikationsnetzwerke und Datenanalysen zur Optimierung des Netzbetriebs in einem Gesamtkonzept vereint, wodurch die Effizienz gesteigert wird und automatisierte Reaktionsmechanismen ermöglicht werden. Die Erfassung der geographischen Distribution einzelner Transformator-Stationen und ihres Verhaltens dient dabei als Ausgangsbasis für die Entwicklung von (Forecasting-)Algorithmen, die automatisch Lastanpassungen auslösen und so eine gleichmäßige Lastverteilung im Trafonetz ermöglichen, Überlastungen vermeiden und die Energieverteilung optimieren.

Ziel dieses Projekts ist es, eine Plattform zu entwickeln, die einzelne Trafostationen überwachen und ein Gesamtbild des Netzzustands liefern kann. Aufgrund seiner innovativen Hardware-Lösungen ist IONATE bereits in der Lage, viele Probleme zu lösen, darunter die Optimierung von elektrischen Parametern wie Spannungspegel und Kapazität oder Bandbreitenanpassung, jedoch nur für einzelne Punkte im Netz. Wir wollen unsere Expertise erweitern und unser Know-how auf das gesamte Netz anwenden, mit dem Ziel, einen komplexen und revolutionären Netzsteuerungs- und Optimierungsmechanismus zu entwickeln, der auf fortschrittlicher Datenanalyse und Optimierung durch maschinelles Lernen basiert.

Es ist noch unklar, wie bei der Aufnahme von Hochfrequenzdaten von mehreren Transformatoren eine Überforderung der Verarbeitungskapazität des Systems vermieden werden kann und wie mit Konnektivitätsverlusten umgegangen werden muss. Weiters unklar ist, wie das Zusammenführen verschiedener Datentypen (strukturiert, unstrukturiert, Zeitreihen) so realisiert werden kann, dass die Datenqualität und Modellgenauigkeit nicht beeinträchtigt wird und welche Algorithmen-Konzepte und -Kombinationen zu aussagekräftigen Forecasting-Ergebnissen führen werden, bzw. wie eine effektive automatisierte Lastanpassung in der extensiven Realumgebung erreicht werden kann.

Es muss ein Echtzeit-Monitoring-System entwickelt werden, welches durch Sensorintegration relevante Transformator-Parameter bezieht. Ein Fernsteuerungsmechanismus soll es den Operatoren erlauben, die Transformator-Konfiguration über einen sicheren und effizienten Kommunikationskanal zu ändern. Dazu muss ein Steuerungsinterface entwickelt werden, welches auch deren geographische Distribution integriert. Auf der Grundlage von Prognosen und Analysen werden flexible Reaktionskapazitäten für externe Flexibilitätsmarktplattformen bereitgestellt und koordinierte Sollwertreaktion definiert. Weiters wird eine automatisierte Berichterstellung realisiert, welche die Leistung des Transformators über Kennzahlen ausgibt. Prognosemodelle werden durch iterative Verbesserung optimiert und zur automatisierten Lastanpassung abgestimmt. Weiters werden Techniken wie k-Nearest Neighbour (KNN), Random Forest (RF) und Multi-Layer Perceptron (MLP)-Ansätze zur Analyse von Hochfrequenzdaten eingesetzt, um Muster im Zusammenhang mit der Leistung des Transformators, Lastschwankungen und potenziellen Anomalien erkennen zu können.

Endberichtkurzfassung

Es konnten im Forschungsjahr verschiedene Entwicklungsherausforderungen adressiert und gelöst werden. Dazu zählte zum Beispiel die Echtzeitberechnung von Fast Fourier Transformationen in einem konstanten Datenstream, sowie die Evaluierung und Implementierung von robusten und hochperformanten Datenprotokollen, was unter anderem auch die Entwicklung eines eigenen, modularen Message Protokolls beinhaltete. Es konnte außerdem ein geeignetes Datenbanksystem für die Verwaltung von Zeitseriendaten im Mikrosekundenbereich gefunden und implementiert werden. Darauf aufbauend wurde ein Komponenten-Prototyp eines Datenspeicherungssystems für Echtzeitdaten implementiert, welcher in der Lage ist, die Daten mehrerer, derzeit simulierter, HITs abzulegen. Es wurden auch Server zur Datenerfassung in Trafo-Station implementiert für den Fall, dass keine Breitband Cloud Connection vorhanden ist. Diese Server werden im Zuge der Abnahmetests der HIT-Transformatoren, sowie in den Pilotprojekten immens wichtige Daten sammeln können.

Es wurde außerdem eine Literaturrecherche durchgeführt, um geeignete Algorithmen und Techniken für die Kurzzeit-Lastprognose zu identifizieren, welche auch die erwartete Volatilität der Zeitreihen und den starken Einfluss von Saisonalitäten auf die Lastprofile in ihren Berechnungen abbilden können. Weiters wurden verschiedene Metriken identifiziert und abgeleitet, die zur Einschätzung der Flexibilitätskapazität herangezogen werden. Zusätzlich zu den Forschungstätigkeiten wurden auch Bemühungen unternommen, Betreiber von Flexibilitätsservices ausfindig zu machen und für künftige Integrationen zu untersuchen.

Weiters wurde ein Konzept zur Anbindung an Flex-Markets erarbeitet. Dabei wurden unterschiedliche Marktentitäten analysiert und im Zuge der Recherchen konnten erste Anbindungsstrategien ausgearbeitet werden und es wurde definiert, welche Daten verfügbar sein müssen, wie diese ermittelt werden können (Feststellung der Kapazität) und welche Vorarbeiten hierfür im zweiten Projektjahr geleistet werden müssen.

Projektpartner

- IONATE GmbH