DADIMO

Data-driven modeling measurement prototype to increase grid visibility of interconnected renewable energy resources

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2024 (KLIEN)	**Status**	laufend
Projektstart	01.10.2025	**Projektende**	31.12.2026
Zeitraum	2025 - 2026	**Projektlaufzeit**	15 Monate
Keywords	Netzbildende Steuerung, Künstliche Intelligenz, System-Identifikation, Erneuerbare Energie		

Projektbeschreibung

Im vergangenen Jahrhundert haben sich Stromerzeugungssysteme auf Synchrongeneratoren verlassen, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Die Umstellung auf nachhaltige Energie hat jedoch zu einer raschen Zunahme der dezentralen Stromerzeugung geführt, die nach und nach die traditionellen synchronen Anlagen ersetzt. Dieser Übergang unterstützt zwar eine kohlenstofffreie Zukunft, stellt aber auch erhebliche Herausforderungen für die nicht-synchrone Erzeugung dar, insbesondere für intermittierende Quellen wie Wind und Photovoltaik. Infolgedessen ist die Netzstärke geschwächt, was zu Spannungs- und Frequenzschwankungen in ganz Europa und darüber hinaus beiträgt.

Die Dezentralisierung der Erzeugung und die massive Integration von nicht-synchronen Einheiten in großen Stromnetzen haben die Zahl der netzstützenden Anlagen verringert, was Bedenken hinsichtlich der Netzstabilität aufkommen lässt. Die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen (EVs) und Ladeinfrastrukturen verkomplizieren das System zusätzlich, da sie einen sehr variablen Strombedarf mit sich bringen. In Regionen wie Österreich wird die Integration erneuerbarer Energien in Wohngebieten diese Herausforderungen voraussichtlich noch verstärken und die Netzstabilität und -modellierung noch komplexer machen.

Technologien zur netzbildenden Regelung (Grid-forming Control, GFM) haben sich als natürliche Lösung herauskristallisiert, die es erneuerbaren Energiesystemen ermöglicht, das Verhalten konventioneller Synchrongeneratoren nachzuahmen. Durch die virtuelle Nachahmung der Eigenschaften einer rotierenden Masse verbessert die GFM die Netzstabilität und -unterstützung. Trotz ihres Potenzials ist die Wirksamkeit von GFM in der Praxis jedoch in vielen Fällen noch nicht nachgewiesen, da die Black-Box-Modelle der Hersteller nicht immer die tatsächlichen Systeminteraktionen berücksichtigen. In der Tat haben einige kürzlich installierte GFM-Systeme im Netzbetrieb unerwartete Leistungsschwankungen gezeigt. Wenn die dynamischen Eigenschaften extern durch ein spezielles Messgerät bestimmt werden könnten, anstatt sich nur auf die Herstellerdaten zu verlassen, würde sich die Netzüberwachung und -optimierung erheblich verbessern. Dieser Fortschritt könnte den Grundstein für ein intelligentes zukünftiges Netz in Europa legen und die Netzresilienz erhöhen.

Das DADIMO-Projekt zielt darauf ab, diese Herausforderungen durch den Prototyp eines intelligenten Messgeräts anzugehen,

das in der Lage ist, alle einem bestimmten Messpunkt nachgeschalteten Elemente dynamisch zu modellieren und zu emulieren. Dazu gehören synchrone und nicht-synchrone Erzeugungsanlagen, Verteilungsleitungen und aktive Lasten an verschiedenen Netzstandorten. Das Gerät nutzt einen innovativen Netzbildenden Regler (Voltage-Synchronized Grid-Forming, VsGFM), die es ermöglicht, das Verhalten mehrerer angeschlossener Anlagen zu bewerten, ohne externe Signale in das System einzuspeisen. Die VsGFM-Strategie weicht von den klassischen leistungsaustauschbasierten GFM-Strategien ab, indem sie die Informationen über den Leistungsaustausch direkt aus der Spannung am Anschlusspunkt extrahiert. Durch die Erfassung von Echtzeitdaten wird dieser Ansatz wertvolle Einblicke in die Interaktionen der miteinander verbundenen Geräte und ihre Fähigkeit, das Netz zu unterstützen, liefern. Dies wird letztlich die Transparenz, Zuverlässigkeit und Betriebseffizienz des Netzes verbessern und den Weg für ein stabileres und anpassungsfähigeres Stromnetz ebnen.

Abstract

For the past century, electric generation systems have relied on synchronous generators for grid stability due to their inherent inertia and damping properties. However, the shift toward sustainable energy has driven a rapid increase in distributed generation, gradually replacing traditional synchronous units. While this transition supports a zero-carbon future, it also presents significant challenges for non-synchronous generation, particularly for intermittent sources like wind and photovoltaics (PV). As a result, grid strength has weakened, contributing to voltage and frequency fluctuations across Europe and beyond.

The decentralization of generation and the concentration of non-synchronous units in large-scale power plants have reduced the number of grid-supportive agents, raising concerns about network stability. The growing adoption of electric vehicles (EVs) and charging infrastructure further complicates the system by introducing highly variable power demands. In regions like Austria, the integration of renewable energy into both residential areas and power plants is expected to increase these challenges, making grid stability and modeling more complex.

Grid-forming control (GFM) technologies have emerged as a natural solution, allowing renewable energy systems to emulate the behavior of conventional synchronous generators. By virtually replicating the characteristics of a rotating mass, GFM enhances grid stability and support. However, despite its potential, the effectiveness of GFM in real-world applications remains unverified in many cases, as manufacturers' black-box models do not always account for actual system interactions. In fact, some recently installed GFM systems have exhibited unexpected power oscillations in grid-connected operation. If dynamic properties could be determined externally through a dedicated measuring device—rather than relying solely on manufacturer data—grid supervision and optimization would improve significantly. This advancement could lay the foundation for an intelligent future grid in Europe, setting a precedent for dynamic modeling of generation units and enhancing grid resilience.

The DADIMO project aims to address these challenges by prototyping a smart measuring device capable of dynamically modeling and emulating all elements downstream of a given measurement point. This includes synchronous and non-synchronous generation units, line dynamics, and active loads at various grid locations. The device will utilize an innovative voltage-synchronized grid-forming (VsGFM) technique, allowing it to assess the behavior of multiple connected units without injecting external signals into the system. By capturing real-time data, this approach will provide valuable insights into the interactions of interconnected devices, their supportive capabilities, and overall energy capacity. This will ultimately improve grid visibility, reliability, and operational efficiency, paving the way for a more stable and adaptive electrical network.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Energienetze Steiermark GmbH