

EDISON

Edge-AI-based Decentralized Storage Optimization for Smart Energy Networks

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2024 (KLIEN)	Status	laufend
Projektstart	01.09.2025	Projektende	31.08.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Virtual Power Plant, AI, ML, Battery Storage Solutions, Reinforcement Learning		

Projektbeschreibung

Der Übergang zu erneuerbaren Energiequellen (RES - Renewable Energy Sources) ist entscheidend, um Klimaneutralität zu erreichen und die Auswirkungen des Klimawandels zu mildern. Die Integration von RES in das Stromnetz ist jedoch aufgrund ihrer variablen Natur eine Herausforderung. Energiespeichersysteme (ESS - Energy Storage Systems), insbesondere Batteriespeicherlösungen (BSS - Battery Storage Solutions), spielen eine entscheidende Rolle bei der Ausbalancierung von Angebot und Nachfrage und verbessern die effiziente Nutzung von RES. Das EDISON-Projekt zielt darauf ab, KI-gesteuerte Lösungen zu entwickeln, um das Management dezentraler Batteriespeichersysteme, einschließlich stationärer Batterien und Batterien von Elektrofahrzeugen (EV - Electric Vehicles), im Rahmen eines virtuellen Kraftwerks (VPP - Virtual Power Plant) zu optimieren, um die Netzstabilität und Effizienz zu erhöhen.

Im Rahmen von EDISON kombiniert das VPP-Konzept mehrere BSS-Einheiten - von stationären Haushaltsbatterien, die mit Photovoltaikanlagen gekoppelt sind, bis hin zu Batterien von Elektrofahrzeugen -, die sich an verschiedenen Standorten befinden und verschiedenen Eigentümern gehören, zu einer einzigen „virtuellen“ Batterie. Durch die Einbeziehung von EV-Batterien über die Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie kann das VPP die Mobilität und Flexibilität von EVs als verteilte Energiequellen nutzen. Diese Aggregation ermöglicht es dem System, als einheitliche Energiespeicherressource zu fungieren und mehrere wichtige Vorteile zu bieten, wie z. B. Spitzenlastkappung, Frequenzregulierung, Lastenausgleich und Energiehandel. Durch die Bündelung dieser verteilten Ressourcen kann das VPP dynamisch auf Netzanforderungen reagieren, eine effiziente Integration erneuerbarer Energien sicherstellen und die Resilienz des Netzes verbessern. EDISON konzentriert sich auf die Anwendung fortschrittlicher Methoden der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens, wie etwa Reinforcement Learning und Federated Learning, um intelligente, sichere und adaptive Energiemanagement-Algorithmen zu entwickeln. Diese Algorithmen optimieren sowohl lokale als auch netzbasierte Batterieoperationen, indem sie Lade- und Entladezyklen steuern, Batterielebensdauern verlängern und einen sicheren und effizienten Betrieb unter variablen Umweltbedingungen gewährleisten. Eine Schutztechnik (Shielding) wird integriert, um katastrophales Verhalten zu verhindern und so den sicheren Betrieb der Algorithmen in dynamischen Netzbedingungen zu garantieren.

Das Projekt wird einen Demonstrator im Labormaßstab entwickeln und evaluieren, der KI-gesteuerte Strategien in reale Batteriespeichersysteme integriert, um verschiedene Netzbedingungen zu simulieren. Dies umfasst die Entwicklung und

Erprobung von Techniken zur Batteriezustandsschätzung, wie etwa den Zustand der Gesundheit (SoH - State of Health) und die verbleibende Nutzungsdauer (RUL - Remaining Useful Life), unter Verwendung von virtuellen Sensoren und Datenanalysen zur Verbesserung der Batterieleistung und -sicherheit. Die Ergebnisse werden in die OpenEMS-Plattform integriert, um eine breite Nutzung und Akzeptanz durch die Anwender zu gewährleisten. Durch die Kombination von KI, VPP und ESS – einschließlich stationärer und EV-Batterien – zielt EDISON darauf ab, die Nutzung erneuerbarer Energien zu maximieren, die Netzeffizienz zu steigern und nachhaltige Energiepraktiken zu fördern.

Abstract

Transitioning to renewable energy sources (RES) is vital for achieving climate neutrality and mitigating climate change effects. However, integrating RES into the energy grid is challenging due to their variable nature. Energy storage systems (ESS), particularly Battery Storage Solutions (BSS), play a critical role in balancing energy supply and demand, enhancing the efficient use of RES. The EDISON project aims to develop AI-driven solutions to optimize the management of decentralized battery storage systems, including both stationary batteries and electric vehicle (EV) batteries, within a virtual power plant (VPP) framework to enhance grid stability and efficiency.

In EDISON, the VPP concept combines multiple BSS units—from residential stationary batteries paired with photovoltaic systems to EV batteries—located in different locations and owned by various entities into a single "virtual" battery. By incorporating EV batteries through vehicle-to-grid technology, the VPP can use the mobility and flexibility of EVs as distributed energy resources. This aggregation allows the system to function as a unified energy storage resource, providing several key benefits, such as peak shaving, frequency regulation, load balancing, and energy trading opportunities. By pooling these distributed resources, the VPP can respond dynamically to grid demands, ensuring efficient integration of renewable energy and enhancing overall grid resilience.

EDISON focuses on the application of advanced Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning methods, such as Reinforcement Learning and Federated Learning, to create intelligent, secure, and adaptive energy management algorithms. These algorithms will optimize local and grid-level battery operations, manage charging and discharging cycles, extend battery lifespans, and ensure safe and efficient operation under varying environmental conditions. A shielding technique will be integrated to prevent catastrophic behavior, ensuring the safe operation of the algorithms within dynamic grid conditions. The project will build and evaluate a laboratory-scale demonstrator, integrating AI-driven strategies into real battery storage systems to simulate diverse grid conditions. This includes developing and testing battery state estimation techniques, such as State of Health and Remaining Useful Life, using virtual sensing and data analysis to enhance battery performance and safety. The results will be incorporated into OpenEMS platform, ensuring widespread user access and adoption. By combining AI, VPP, and ESS—including stationary and EV batteries—EDISON aims to maximize renewable energy utilization, contribute to grid efficiency, and promote sustainable energy practices.

Projektkoordinator

- Silicon Austria Labs GmbH

Projektpartner

- Piadeno Green Energy Management GmbH
- CISC Semiconductor GmbH
- Virtual Vehicle Research GmbH