

Abstract

This thesis presents a multi-agent system (MAS) approach for the control and automation of distribution grids. Power grids in Germany will evolve in the next years due to the Energiewende. Major changes are expected in distribution grids as the number of distributed energy resources increases. Moreover, new technologies like electric vehicles will spread further.

These developments require a higher control and automation capability of distribution grids. The multi-agent system approach deals with distributed intelligent software entities, the agents, that collect data about their environment and interact with each other. In this thesis a multi-agent system is developed aiming to ensure ancillary services in the distribution grid.

For this purpose a grid simulation is set up containing models of several components in distribution grids. Consumers as household loads and EVs are modeled as well as producers such as photovoltaic systems, wind energy converters and combined heat and power systems. Moreover, grid supporting devices such as storages, compensators and switches are modeled in order to obtain a detailed simulation. Subsequently, the multi-agent system is developed with one agent for each specific component. Different control and interaction procedures are implemented in order to create an intelligent multi-agent system.

An important feature of the MAS is the organization in groups allowing agents to interact locally. This is used for the adjustment of real and reactive power production and consumption on a local scale. However, the exchange of power with the superior grid is supported by the MAS, too. The results of the executed simulations indicate that multi-agent systems are a promising approach for the control of distribution grids. It will be shown that especially the production of reactive power is an important tool to improve the voltage quality. Further benefits of a multi-agent system approach are presented within the scope of this thesis.

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit präsentiert einen multi-agenten-basierten Ansatz für die Regelung und Automatisierung von Verteilnetzen. Elektrische Energienetze werden sich in den nächsten Jahren aufgrund der Energiewende stark verändern. Große Veränderungen werden vor allem in Verteilnetzen erwartet, da dort vermehrt verteilte Erzeugungseinheiten installiert werden. Weitere Technologien, wie Elektroautos werden sich weiter verbreiten.

Aus diesem Grund ist ein Ausbau von Verteilnetzen nötig, der darauf abzielt mehr Regelungs- und Automatisierungsmöglichkeiten zu schaffen. Multi-Agenten Systeme bestehen aus verteilten, intelligenten Einheiten, den Agenten, die Daten über ihre Umgebung sammeln und miteinander interagieren können. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird ein Multi-Agenten System entwickelt, das dazu dient Systemdienstleistungen in Verteilnetzen bereitzustellen.

Dazu wird zunächst eine Simulation aufgebaut, die aus Modellen verschiedener Komponenten eines Verteilnetzes besteht. Modelliert werden sowohl Verbraucher, wie Haushalte und E-Autos, als auch Erzeuger, wie PV-Anlagen, Windenergieanlagen und Blockheizkraftwerke. Zusätzlich werden Komponenten aufgenommen, die unterstützend auf den Betrieb des Verteilnetzes einwirken. Dazu gehören Speicher, Kompensationsanlagen oder Schalter. Anschließend wird ein Multi-Agenten System entwickelt, welches einen spezialisierten Agenten für jeden Komponententyp enthält. Dazu implementiert jeder Agent verschiedene Regelungs- und Kommunikationsalgorithmen.

Ein wichtiges Merkmal des Multi-Agenten Systems ist die Organisation in Gruppen, die eine lokale Kommunikation der Agenten ermöglicht. Diese Eigenschaft wird genutzt, um die lokale Erzeugung und den lokalen Verbrauch von Wirk- und Blindleistung aneinander anzupassen. Dabei ist der Bezug oder die Abgabe von Leistung in das übergeordnete Netz jedoch auch möglich. Die Ergebnisse der durchgeführten Simulationen zeigen, dass Multi-Agenten Systeme ein vielversprechender Ansatz für die Regelung von Verteilnetzen sind. Es wird gezeigt, dass insbesondere die Erzeugung von Blindleistung ein wichtiges Instrument zur Verbesserung der Spannungsqualität ist. Weitere Vorteile eines multi-agenten Ansatzes werden im Rahmen dieser Masterarbeit vorgestellt.