

**Development of an Emergency Control
Scheme of Photovoltaic Power
Generation Systems in HIL
Environment**

**Entwicklung eines Notfallkontrollsystems
für Photovoltaiksysteme in einer HIL
Umgebung**

Zhuo Wang

Matriculation Number: 353015

Master Thesis

Kurzfassung

Im 21. Jahrhundert gehört die Sonnenenergie zu den wichtigsten Energiequellen. Dabei entstehen neue Herausforderungen bei der Netzintegration von PV-Anlagen. Die Integration dieser Anlagen führt aufgrund der fluktuierenden Stromzufuhr zu einer Destabilisierung des Stromversorgungssystems und erschwert dessen Planung erheblich.

Sollte durch einen Spannungsabfall die Klemmspannung einen festgelegten Schwellenwert unterschreiten, kommt die „Fault-Ride-Through“(FRT) Funktion zum Einsatz. Dadurch wird eine Trennung vom Netz überflüssig und der fortlaufende Betrieb wird ermöglicht.

Um die kurzfristige Spannungsstabilität zu verbessern wird eine Blindleistungsregelung benötigt. Der „Dynamic-Voltage-Support“, kurz DVS, gewährleistet im Falle eines Spannungsabfalls stete Netzspannung durch die Bereitstellung von Blindleistungsenergie bis das Netz wieder bei voller Leistung ist. Anstelle von DVS-Methoden, die nur Blindleistung einspeisen bietet sich heutzutage eine DVS-Methode an, die sowohl Wirk- als auch Blindleistung einspeisen kann.

In dieser Arbeit werden konventionelle DVS und die oben genannte DVS-Methode im Hardware-in-the-Loop (HIL) implementiert. Dieser besteht aus dem Real-Time-Digital-Simulator (RTDS), der mit NI Single-Board RIO (NI-sbRIO) verbunden ist. Dies ermöglicht eine Echtzeitsimulation von Stromversorgungssystemen. Es wird ein Testsystem mit RSCAD und LabView erstellt, in dem die Performanz verschiedener DVS-Methoden verglichen wird.

Stichwörter: Kurzzeitige Spannungsstabilität, FRT, konventionelle DVS, Vorgeschlagene DVS}

Abstract

Solar energy becomes one of the most important forms of energy in the 21st century. This comes with new challenges in the integration of PV-systems in the grid. Due to the fluctuating nature of PV generation, integrating them into the grid leads to perturbation of the power system stability, causing a considerable disadvantage for scheduling.

When the terminal voltage of the PV power plant falls below the reference threshold in the network, the Fault-Ride-Through ability is required to ensure that the system is always connected to the main grid and continues to operate.

To improve short-term voltage stability, a reactive power control has been proposed: Dynamic Voltage Support (DVS) capability. This enables the recovery of the grid voltage by providing reactive power, allowing the network to return to its usual operating condition. Recently, the proposed DVS ability has been introduced. Instead of injecting only reactive power, it enables the injection of both reactive and active power to the grid.

In this thesis, the conventional DVS and proposed DVS are implemented in Hardware-in-the-Loop (HIL). It includes Real Time Digital Simulator (RTDS), which is used to simulate the power systems in real time. Afterwards, the RTDS is connected to the NI Single-Board RIO(NI-sbRIO). A test system is set up by using RSCAD and LabVIEW. The test system facilitates the comparison of the conventional and proposed DVS.

Keywords: Short-term voltage stability, FRT, Conventional DVS, Proposed DVS