

EINFLUSSGRÖßEN AUF DIE DYNAMIK DER NETZBILDENDEN DROOP-REGELUNG

Lukas JUNG^{1*}, Anna PFENDLER¹, Aaron Hebing¹, Jutta HANSON¹

Motivation

Die fortschreitende Integration dezentraler Erzeugungsanlagen (DEA), insbesondere Wind- und Solarenergieanlagen, führt zu wesentlichen Veränderungen im elektrischen Energiesystem. Im Gegensatz zu konventionellen Großkraftwerken, die über Synchrongeneratoren angeschlossen sind, erfolgt die Anbindung von DEA in der Regel über Umrichter. Diese Umstellung erfordert von den umrichterbasierten Anlagen eine verstärkte Bereitstellung von Systemdienstleistungen und einen aktiven Beitrag zur Wahrung der Systemstabilität.

Ein vielversprechender Ansatz, um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Implementierung netzbildender Regelungen für Umrichter, die in der Lage sind aktiv die Netzfrequenz und -spannung zu bilden. Ein häufig verwendeter Ansatz für eine netzbildende Regelung ist die Droop-Regelung. Dieses netzbildende Verhalten kann jedoch zu Interaktionen mit vorhandenen rotierenden Maschinen sowie anderen DEA im Netz führen. Besonders im Kontext der Frequenzstabilität im Kurzzeitbereich werden das dynamische Verhalten und die Stabilität netzbildender DEA von einer Vielzahl Faktoren beeinflusst.

Im elektrischen Energiesystem ist die Frequenz ein Indikator für das Gleichgewicht zwischen Wirkleistungserzeugung und -verbrauch. Ereignisse wie der Ausfall von Erzeugungsanlagen können dieses Wirkleistungsgleichgewicht stören und zu transienten Vorgängen führen, welche die Frequenz beeinflussen. Das inhärente Trägheitsverhalten von rotierenden Maschinen wirkt durch die Erhöhung oder Freisetzung kinetischer Energie einer Frequenzänderung entgegen. Netzbildende DEA können durch geeignete Regelungen eine virtuelle Trägheit aufweisen und damit zur Frequenzstabilität beitragen.

Methodik

In einer reduzierten Testbench nach Abbildung 1 werden eine umrichterbasierte, netzbildende DEA, zwei Lasten und ein Synchrongenerator modelliert. Das Netz wird einem Lastsprung durch Zuschalten der zweiten Last ausgesetzt und die Reaktion der Betriebsmittel, insbesondere der DEA werden ausgewertet.

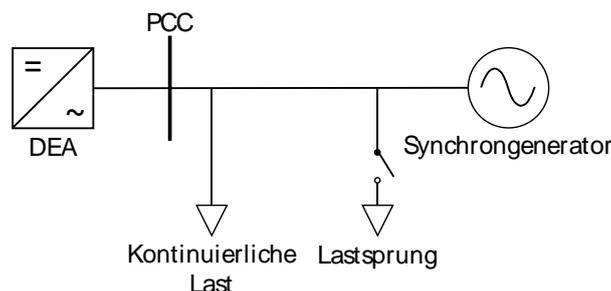


Abbildung 1: Prinzipskizze der verwendeten Testbench

Anschließend werden verschiedene Einflussgrößen auf das dynamische Frequenzverhalten der netzbildenden DEA untersucht:

- 1) Umrichterregelung

¹ Technische Universität Darmstadt, Institut für Elektrische Energiesysteme, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung unter Einsatz Erneuerbarer Energien (E5), Landgraf-Georg-Straße 4, 64283 Darmstadt, +49 6151 16-24663, lukas.jung.63@stud.tu-darmstadt.de, www.e5.tu-darmstadt.de

- 2) Elektrische Parameter DEA
- 3) Netzparameter

Zu den Einflussgrößen innerhalb der Umrichterregelung zählt das Tuning der Regelparameter. Um die Wirk- und Blindleistungsregelung von DEA im Verteilnetz mit relativ großem R/X-Verhältnis zu entkoppeln, können virtuelle Impedanzen in die Regelung integriert werden. Zudem müssen Regelkonzepte die Stromgrenze der Umrichter berücksichtigen. Die elektrischen Parameter der DEA beinhalten die Größe der DEA bzw. das Verhältnis der installierten Leistung im Vergleich zum Synchrongenerator. Zudem werden der Teillast- und Vollastbetrieb gegenübergestellt, wobei im letzteren Fall die Strombegrenzung des Umrichters erreicht werden kann. Zuletzt wird der Einfluss von Netzparametern, etwa die Trägheitskonstante des Synchrongenerators oder die Größe der Störung in Form eines Lastsprungs untersucht.

Ergebnisse

Die Untersuchung der Einflussgrößen zeigt die Sensitivität der netzbildenden Droop-Regelung gegenüber internen und externen Parametern auf. Zudem werden Grenzen der Stabilität der Droop-Regelung aufgezeigt, z.B. wenn die Störung in Form eines Lastsprungs zu groß wird und zu einem ungedämpften Aufschwingen der Regelparameter führt. Für dynamische Frequenzuntersuchungen liefert diese Arbeit wertvolle Einblicke in das Zusammenspiel aus Synchrongenerator und umrichterbasierter DEA, sowie in die Stabilität der Droop-Regelung.