



Laborversuche mit netzbildenden Stromrichtern

Florian Rauscher, Siddhi Shrikant Kulkarni

Abschlusskonferenz - Netzregelung 2.0
Mi 6.7. - Do. 7.7.2022

Laborversuche mit netzbildenden Stromrichtern



Auswahl der durchgeführten Laboruntersuchungen am elenia

Komponententests

Analyse des grundsätzlichen Verhaltens netzbildender Stromrichter

Nachweisverfahren mittels Black-Box-Tests, z.B. Trägheit, Dämpfung

Systemtests

Verhalten von mehreren netzbildenden Stromrichtern z.B. auf Winkelsprünge

Zusammenwirken von netzbildenden und konv. Stromrichtern, z.B. bei ungewollter Inselnetzbildung

PHIL-Untersuchungen

Automatisierte Prüfverfahren mittels Power Hardware-in-the-Loop Tests

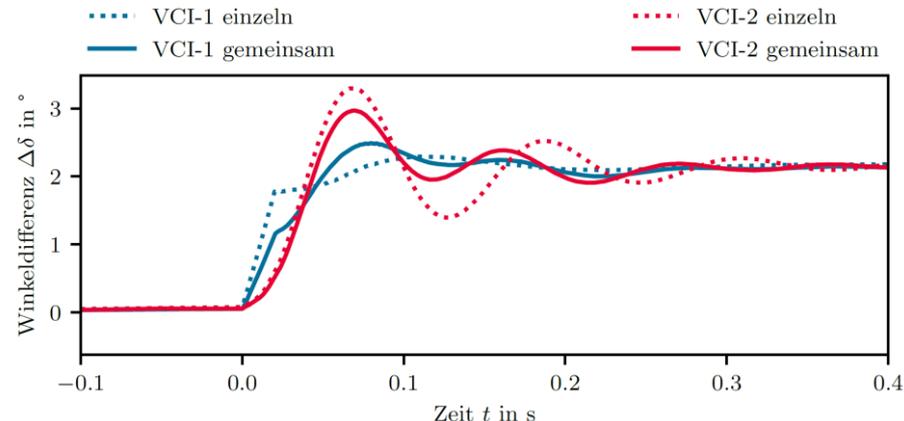
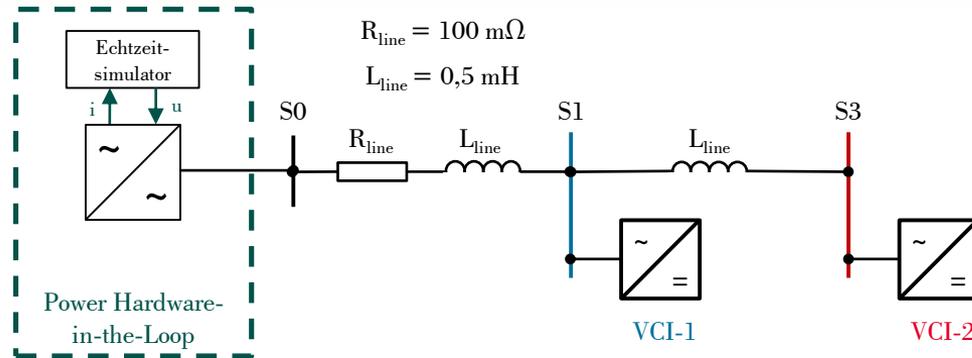
Durchführung von Echtzeitsimulationen mittels PHIL, u.a. nach DIN EN 60909



Winkelsprungausbreitung mit nachgelagerten netzbildenden Stromrichtern (VCI)

Über den Echtzeitsimulator wird ein Winkelsprung von 2° in das Labornetz eingepreigt. Die Untersuchung erfolgt in drei Szenarien:

1. Nur VCI-1 aktiv (blau gestrichelt)
2. Nur VCI-2 aktiv (rot gestrichelt)
3. Beide VCIs aktiv (rot und blau kontinuierlich)



Ergebnis:

Der **VCI-2** profitiert durch das träge Winkelverhalten des vorgelagerten **VCI-1** und wird damit einer geringeren Winkeldifferenz $\Delta\delta$ ausgesetzt. Dadurch wird auch weniger Momentanreserve durch **VCI-2** bereitgestellt.



Diskutieren Sie gerne mit uns an unseren Postern!

- Effektive Inselnetzerkennung mit netzbildenden Wechselrichtern in Niederspannungsnetzen
- Robuster Betrieb von Netzbildnern und Verbesserung der Spannungsqualität in unsymmetrischen Netzen
- Bewertung des Dämpfungspotenzials subsynchroner Frequenzoszillationen verschiedener Wechselrichterregelungen im Labor
- Power Hardware-in-the-Loop System des Netzdynamiklabors für transiente Netzstabilitäts-untersuchungen

Komponententests

Analyse des grundsätzlichen Verhaltens netzbildender Stromrichter

Nachweisverfahren mittels Black-Box-Tests, z.B. Trägheit, Dämpfung

Systemtests

Verhalten von mehreren netzbildenden Stromrichtern z.B. auf Winkelsprünge

Zusammenwirken von netzbildenden und konv. Stromrichtern, z.B. bei ungewollter Inselnetzbildung

PHIL-Untersuchungen

Automatisierte Prüfverfahren mittels Power Hardware-in-the-Loop Tests

Durchführung von Echtzeitsimulationen mittels PHIL, u.a. nach DIN EN 60909



Nachweisverfahren für Bereitstellung von Momentanreserve

- Warum ist der Nachweis der tatsächlich verfügbaren Momentanreserve nötig?
 - Bestimmung der Zuverlässigkeit des stromrichterdominierten Systems
 - marktbasierter Beschaffung

- Tests konzentrieren sich auf

- Bestimmung der charakteristischen Parameter

- Anlaufzeitkonstante (T_A)

$$T_A = 2 \cdot H$$

- Dämpfungsfaktor (D)

$$D = \frac{\Delta p_{pu}}{\Delta f_{stat,pu}}$$

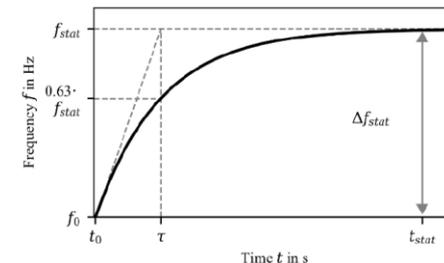
- Durchführung eines PHIL-basierten Prüfverfahrens
- Mit welcher Genauigkeit können diese Parameter erfasst und ausgewertet werden?



Schritte/Methoden der Untersuchung:

- 1) Simulationsbasiert
- 2) Power Hardware in the Loop (PHIL)
- 3) Hardwarebasierte Tests

$$T_A = \frac{f_n}{RoCoF} \cdot \frac{\Delta P}{S_n}$$



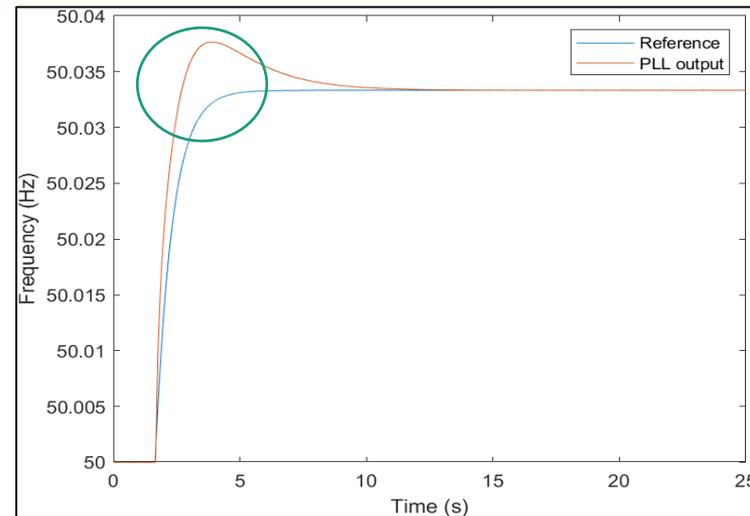


Voruntersuchung mit OPAL-RT



RT Simulator
OPAL RT-box 5600

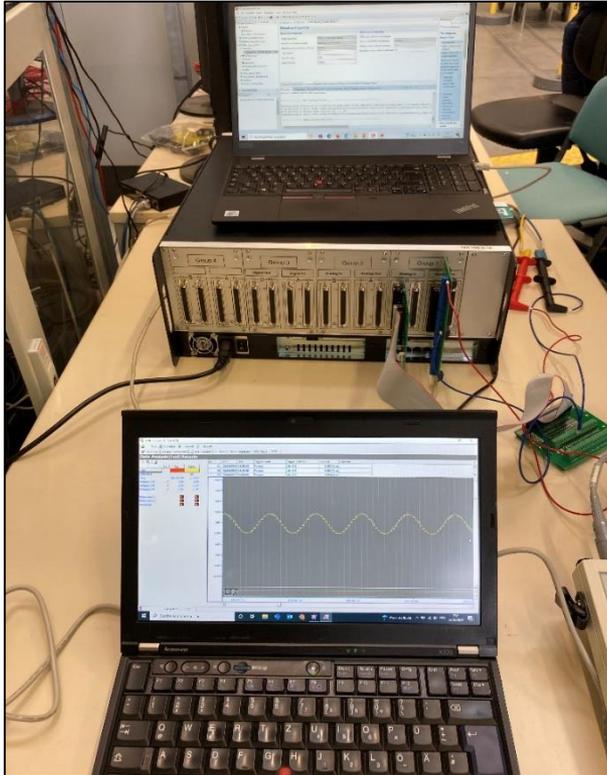
Ethernet
link



Ausführung des gleichen Simulationsmodells auf dem OPAL RT Echtzeit-Simulator statt auf einem PC (Voruntersuchung 1) führt zu Abweichungen bei der Anlaufzeitkonstanten und den Dämpfungswerten.



Untersuchungen zur Dynamik der Simulationsumgebung



1. Versuch mit Loopback-Adapter (A_OUT von OPAL-RT Simulator direkt mit A_IN verbunden) um Genauigkeit und Dynamik des Echtzeitsimulators für spätere P-HiL Versuche zu bestimmen.
2. Versuche mit Leistungsverstärker um Dynamik / Zeitverzögerungen zwischen Echtzeitsimulation, I/O Karten und Leistungsverstärker zu ermitteln.



Konsortium Netzregelung 2.0



Budget: ca. 10.5 Mio. €

Laufzeit: 12/2017-08/2022

Koordination: Fraunhofer IEE

Dr. Philipp Strauß, Dr. Thomas Degner
 netzregelung-2.0@iee.fraunhofer.de



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter den Förderkennzeichen 0350023A-G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums Netzregelung 2.0 wider.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages