

PHILlab

Power-Hardware-In-the-Loop Labor am IEAN

Der Trend zukünftiger Energiesysteme geht in die Richtung leistungselektronisch gekoppelter Anlagen. Im Gegensatz zu konventionellen Anlagen hängt die dynamische Eigenschaft von umrichtergekoppelter Anlagen stark von der implementierten Regelungsstrategie ab. Diese Tatsache führt zu erhöhtem Forschungsbedarf im Bereich des Netzanschlussverhaltens solcher Anlagen, mit Fokus auf netzkritische Situationen und netzseitige Fehlersituationen. Die realitätsnahe Untersuchung kann hierbei mit sogenannten Hardware-in-the-Loop Verfahren, vorzugsweise zur Simulationsverifikation, durchgeführt werden.



Bild 1: Leistungsverstärkerschränke des PHILlab

Durch dieses Verfahren können umrichtergekoppelte Anlagen bereits während der Netzplanungsphase realitätsnahe untersucht werden und Netzbetreiber können vor Inbetriebnahme bereits Stabilitätsuntersuchungen mit geeigneten Modellen vornehmen, um zukünftige Netzausbaumaßnahmen zu überprüfen.

Problemstellung und Lösungsansatz

Energieerzeugung und Verbraucher, basierend auf leistungselektronisch gekoppelten Anlagen, bieten die Vorteile hinsichtlich Flexibilität im Betrieb, jedoch existieren auch Herausforderungen bei ihrer Verwendung, etwa dürfen die Stabilitätsgrenzen im Betrieb nicht verletzt werden. Um die Stabilität des elektrischen Energiesystems bei einer Versorgung aus hauptsächlich leistungselektronisch gekoppelten Einheiten gewährleisten zu können, ist eine Überprüfung des in den Netzanschlussbedingungen geforderten Fehlerverhaltens nötig. Die derzeit standardmäßig eingesetzten Testmethoden decken jedoch reale Fehlersituationen im Netz oftmals nicht korrekt ab. So wurde in etlichen Fällen ein Stabilitätsverlust beim Auftreten von Spannungseinbrüchen beobachtet, obwohl die Erzeugungseinheiten die Standardtests korrekt absolviert hatten. Der Grund liegt zum Teil in unzureichenden Testmethoden, welche

das komplexe Verhalten im Fehlerfall nicht vollständig nachstellen können. Aus diesem Grund soll ein neuer, realistischerer Ansatz zur Überprüfung des Netzverhalten von umrichterbasierter Anlagen eingesetzt werden. Dieser Ansatz stützt sich auf den Einsatz von Power/Controller-Hardware -In-The-Loop (PHIL bzw. CHIL) Systemen, dadurch wird eine einfachere, realistischere und auch umfangreichere Erforschung des Netzanschlussverhaltens möglich.

Eingesetzte Forschungsmethoden im PHILab

Die ganzheitliche Betrachtung des Netzanschlussverhaltens von umrichtergekoppelten Anlagen können meist nur sehr aufwändig oder gar nicht durch Simulationen abgebildet werden. Um die verwendeten Simulationsmodelle zu verifizieren und realistische Ergebnisse zu bekommen, werden sogenannten Hardware-In-the-Loop Methoden verwendet. Die folgende vorhandene Laborinfrastruktur ermöglicht die ganzheitliche Systemprüfung für umrichtergekoppelte Anlagen.

Controller-Hardware-In-the-Loop (CHIL)

Durch die Verwendung einer CHIL (Controller-Hardware-in-the-Loop) Umgebung kann das Regelungssystem des Umrichters in der realen Rechnerumgebung, wie einen FPGA, ablaufen. Es werden alle sonst physikalisch vorhandenen Größen mit einem Echtzeitregelungssystem Simuliert.

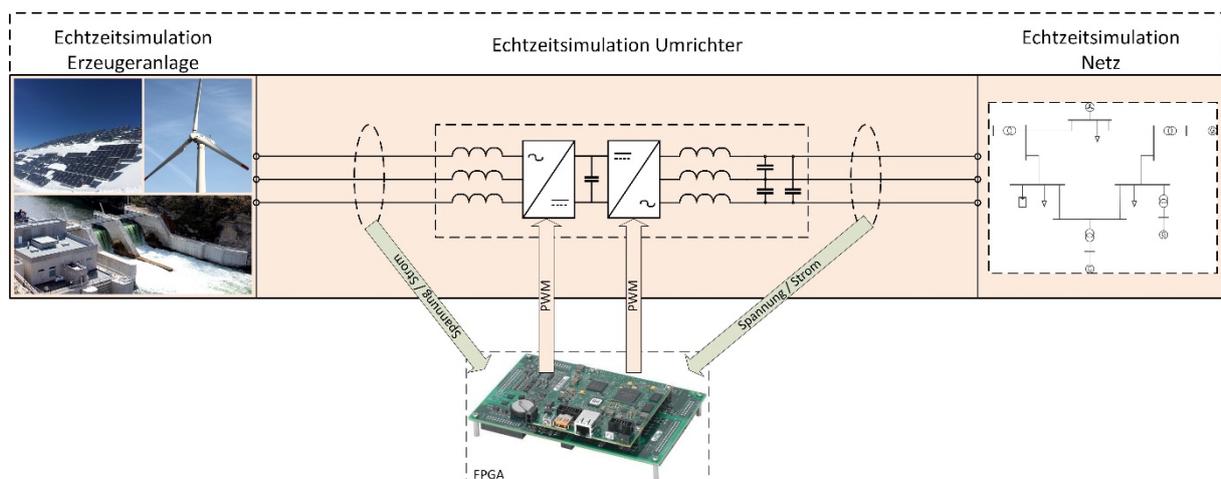


Bild 2: Schema eines CHIL Aufbaus mit FPGA

Die eingebettete Regelungstechnikkarte bekommt die Information der Ströme und Spannungen des simulierten Systems und berechnet daraus die resultierenden PWM-Signale welche an das Regelungssystem zurückgegeben werden. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass hier ein reales Regelungssystem verwendet wird. Diese Karten könnten direkt von einem echten Umrichter verwendet werden. Um bei CHIL durch die Simulation aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen muss die gesamte Leistungselektronik mit simuliert werden.

CHIL Infrastruktur am IEAN:

- 2x FPGAs - NI sbRIO-9607
- StarSim Echtzeitsystem
- dSpace – SCALEXIO Echtzeitsystem

Power-Hardware-In-the-Loop (PHIL)

Auf die CHIL-Prüfmethode setzt die PHIL (Power-Hardware-in-the-Loop) Methode auf. Hierbei wird nicht nur die Regelungstechnikkarte eingebettet, sondern der gesamte Umrichter als solches.

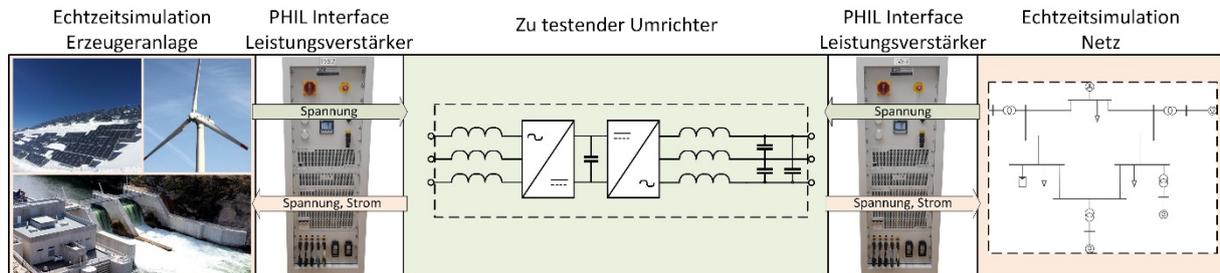


Bild 3: Schema eines PHIL Prüfaufbau mit realen Umrichter

Das Netz und die Erzeugeranlage werden in einer Echtzeitsimulation ausgewertet und über einen Leistungsverstärker an den Umrichter übergeben. Hierbei gibt der Leistungsverstärker die berechnete Spannung an den Anschlussklemmen aus und berechnet über den Rückgekoppelten Strom die neue Spannung, dies wird auf der Netz- und Erzeugerseite des Umrichters gemacht. Der Umrichter muss sich in dieser Konfiguration so verhalten als befände er sich in solch einer realen Umgebung. Dadurch dass der Umrichter hier real vorhanden ist, werden unmittelbar alle sonst simulierten Störgrößen wie Latenzzeiten und Messwandler-Toleranzen mitberücksichtigt.

PHIL Infrastruktur am IEAN:

- B2B Umrichter mit 10kVA - Freiprogrammierbare FPGA
- StarSim Echtzeitsystem
- dSpace – SCALEXIO Echtzeitsystem
- 2x Netzsimulatoren mit jeweils 30kVA