

POWER HARDWARE-IN-THE-LOOP TESTING FOR THE INVERTER-BASED DISTRIBUTED POWER SOURCE

Ziqian ZHANG¹, Lothar FICKERT¹

Einführung

Wenn die Konstruktion des Prototyps einer Wechselrichter-basierte dezentralen Energiequelle durchgeführt worden ist, werden der Netzmodell und einige Teile des mechanischen Moduls in dem Echtzeitsimulationssystem mit dem Prototyp verbunden werden. Das ist Power Hardware-in-the -loop (PHIL) (Abbildung 1), um die voll Funktionen, insbesondere die Netz-Anpassungsfähigkeit zu überprüfen.

Der equipment under test (EUT) von PHIL ist der Wechselrichter-basierte dezentrale Energiequelle. Da der Signalaustausch zwischen dem EUT und dem Real-time Simulator (RTS) ist durch die Hochleistungssignale, dann ist der PHIL Interface (PI) erforderlich. (Abbildung 1). Der PI ist verantwortlich für, die Umwandlung des Hochleistungssignals von EUT zu kleine Signal für RTS durch die Sensoren, gleichzeitige Umwandlung der kleinen Signal von RTS durch den Leistungsverstärker, um Hochleistungssignals für EUT zu erfüllen. Die Leistungsverstärker und Sensoren werden unweigerlich zu der Systemverzögerung führen. Diese Probleme wird die Genauigkeit und Stabilität der Echtzeitsimulation beeinflussen.

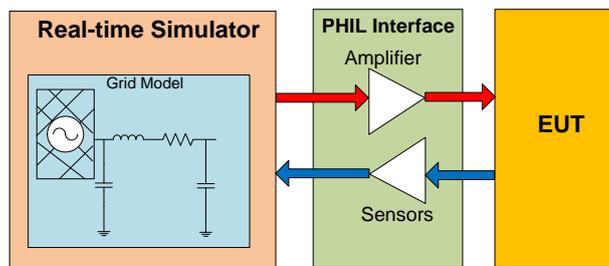


Abbildung 1: Power Hardware-in-the-Loop (PHIL)

Genauigkeit und Stabilität der PHIL System

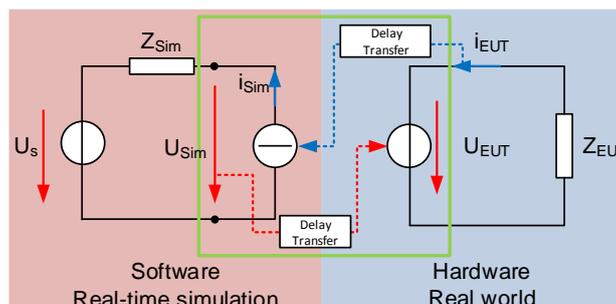


Abbildung 2: Das Ersatzschaltbild von ideal transfer method (ITM)

In diesem Papier, nehmen den ideal transfer method (ITM) als ein Beispiel von PHIL-Interface, um die quantitative Analyse der Stabilität und Genauigkeit des Systems zu durchführen. Das System wird in der Frequenzdomäne durch die Ableitung der open-loop Übertragungsfunktion (Eq. 2.1) des Systems analysiert. Nach Nyquist-Stabilitätskriterium, wenn die Impedanz des Netzmodells größer als die Impedanz des EUT ist, wird die ITM-PHIL System seine Stabilität verlieren. Je größer die Systemverzögerung, desto schlechter die Simulationsgenauigkeit ist. Aber wenn die Verzögerung groß ist (z.B 100µs), in 50 Hz-System kann der Fehler auch kleiner als -20 dB sein.

$$G_{ITM_CL}(s) = \frac{U_{EUT}(s)}{U_S(s)} = \frac{e^{-st_{dc}} e^{-st_{da}} G_A(s) Z_{EUT}(s)}{e^{-st_{ds}} e^{-st_{dc}} e^{-st_{da}} G_S(s) Z_{Sim}(s) + Z_{EUT}(s)} \quad (2.1)$$

¹ Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-8068 ziqian.zhang@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

Experiment



Abbildung 3: PHIL Prüfsystem in Labor

Durch die Forschung der oben Kapiteln wird ein PHIL Prüfsystem für PV-Wechselrichter als EUT im Labor etabliert (Siehe Abbildung 3). Die RTS ist das Produkt aus dSpace. Der EUT ist ein Einphasen-Wechselrichter. Der Test der Low Voltage Ride Through (LVRT) -Fähigkeit basiert von PHIL mit einem typischen einphasigen Niederspannungsnetz als Netzmodel. Die experimentellen Ergebnisse sind im Detail analysiert.