

# Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung der zeit- und frequenzabhängigen Netzimpedanz auf der Mittelspannungsebene

Hauke Langkowski, Michael Jordan, Trung Do Thanh, Detlef Schulz

Helmut-Schmidt-Universität, Holstenhofweg 85, 22043 Hamburg, Tel. +49 40 6541-2905, Fax +49 40 6541-3083  
Hauke.Langkowski@hsu-hh.de, Michael.Jordan@hsu-hh.de, Trung.DoThanh@hsu-hh.de, Detlef.Schulz@hsu-hh.de

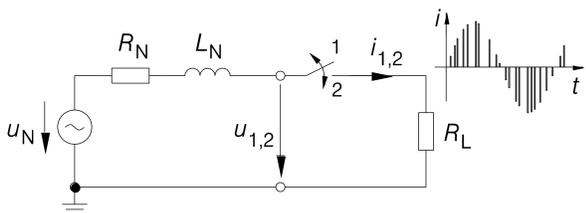
## Kurzfassung

Der stetig steigende Einsatz von erneuerbaren Energien mit leistungselektronischer Netzkopplung hat zunehmend Einfluss auf die Spannungsqualität. Die von diesen Anlagen in das Netz eingespeisten Oberschwingungsströme führen in Abhängigkeit von der Netzimpedanz zu unerwünschten Oberschwingungsspannungen. Die Netzimpedanz ist deshalb für die Beurteilung der entstehenden Netzurückwirkungen von großem Interesse. Das neuartige Messgerät erlaubt die Bestimmung der zeit- und frequenzabhängigen Netzimpedanz auf der Mittelspannungsebene. Es kann zur Bewertung der möglichen Einspeiseleistung verschiedener Netzanschlussknoten und zur verbesserten Filterauslegung herangezogen werden.

## Messverfahren

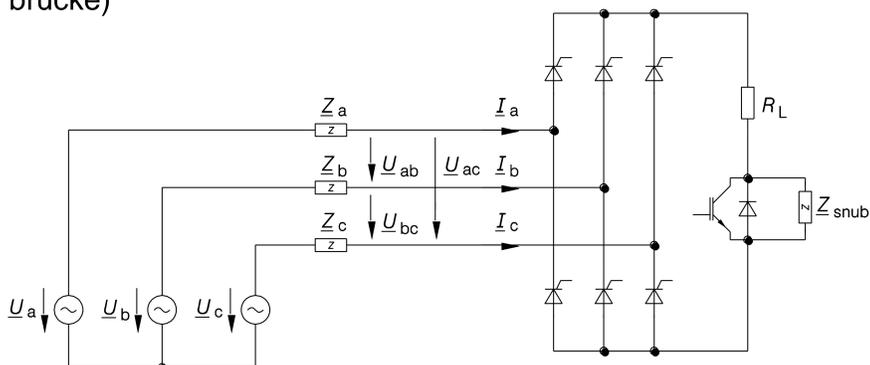
- Netzanregung durch Takten eines Hochleistungswiderstands mit einem IGBT-Schalter (14 x 4,5 kV Module)
- Messung von Strom und Spannung im Leerlauf- und Lastfall
- Anwendung der FFT zur Bestimmung des Frequenzverlaufs

$$\underline{Z}_N = R_N + j\omega L_N = \frac{\Delta U}{-\Delta I} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{U_1 - U_2}{I_2}$$



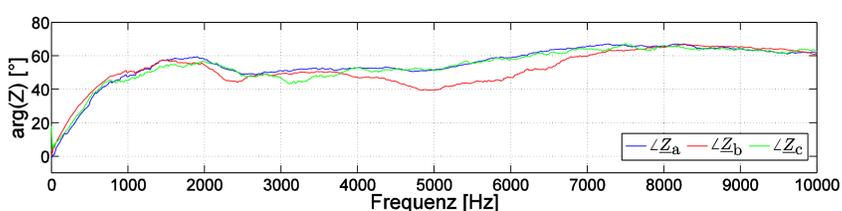
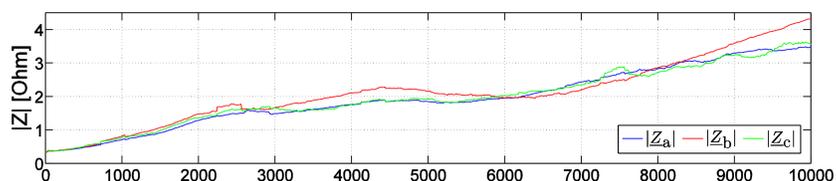
Einphasige Bestimmung der Netzimpedanz

- Bestimmung der dreiphasigen Netzimpedanz auf der Mittelspannungsebene durch asynchrones Schalten (zyklisches Verschalten und Takten von je zwei Außenleitern durch eine B6-Thyristorbrücke)



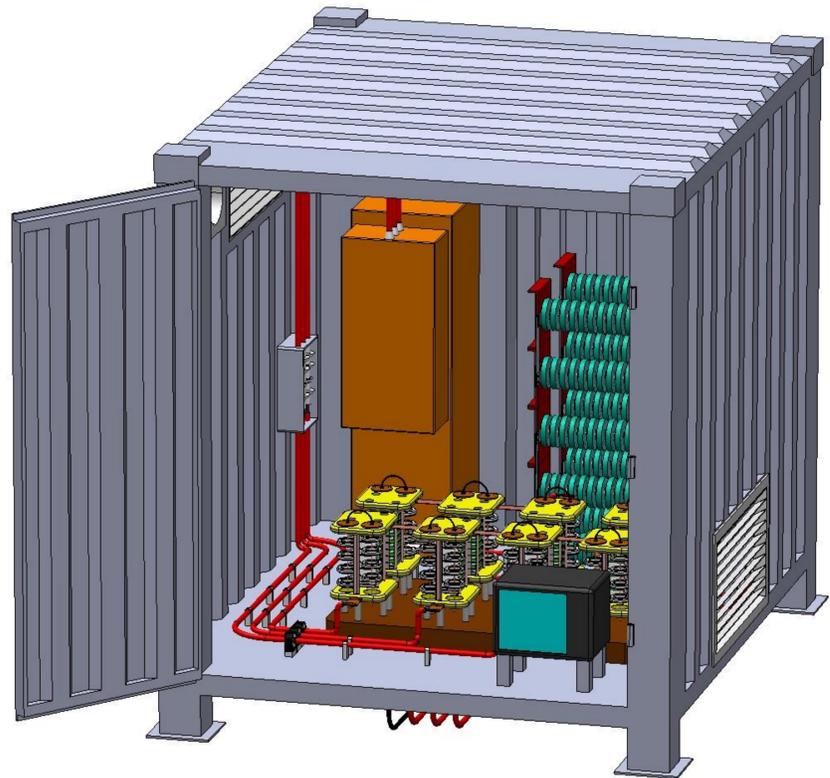
Bestimmung der Netzimpedanz in einem Dreileitersystem

$$\begin{pmatrix} Z_a \\ Z_b \\ Z_c \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \frac{1}{I_{ab,2}} & -\frac{1}{I_{bc,2}} & \frac{1}{I_{ac,2}} \\ \frac{1}{I_{ab,2}} & \frac{1}{I_{bc,2}} & -\frac{1}{I_{ac,2}} \\ -\frac{1}{I_{ab,2}} & \frac{1}{I_{bc,2}} & \frac{1}{I_{ac,2}} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta U_{ab} \\ \Delta U_{bc} \\ \Delta U_{ac} \end{pmatrix}$$



Messung der Netzimpedanz im 0,4 kV Labornetz

## Messcontainer



Aufbau des mobilen Messcontainers

- Typgeprüfter Messcontainer ausgelegt für 20 kV
- Leistungsschalter zum Netzanschluss
- Hochgenaue Strom-/Spannungswandler zur Auswertung der Netzanregungen



B6-Thyristorbrücke und IGBT-Schalter

## Patentanmeldungen:

- Vorrichtung und Verfahren zur Messung der Netzimpedanz auf der Mittelspannungsebene, DE 10 2006 050 766 A1 Offenlegungsschrift 30.04.2008, Deutsche Patentanmeldung 2006
- Vorrichtung zur Messung der Netzimpedanz des elektrischen Versorgungsnetzes, DE 10 2010 018 996.0, Deutsche Patentanmeldung 2010

## Danksagung

Dieses Projekt „Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung der zeit- und frequenzabhängigen Netzimpedanz auf der Mittelspannungsebene“ wird unter dem Förderkennzeichen 0325049 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert.