

Korrektur der Phasenverschiebung: Es gehören immer zwei dazu

Mit der Korrektur der Phasenverschiebung bei der Leistungsanalyse verhält es sich wie beim Tango – es gehören immer zwei dazu: der Leistungsanalysator, der diese Funktion unterstützt, sowie ein geeigneter Sensor mit bekannter Phasenverzögerung. Wenn eines davon fehlt ... naja ... stellen Sie sich mal diesen Tango vor ...

Bei der Leistungsanalyse können kleine Ströme durchaus mit Nebenwiderständen gemessen werden. Wenn es allerdings darum geht, Ströme über 50 A zu messen, kommen in der Regel Stromsensoren ins Spiel.

Allerdings erzeugt jeder Stromsensor der Welt einen allmählich zunehmenden Phasenfehler im Hochfrequenzbereich aufgrund von Gruppenlaufzeiten im Schaltkreis. Darüber hinaus führen Unterschiede im Design der verschiedenen Sensormodelle dazu, dass die Größe dieses Fehlers variiert.

Mit einer Funktion zur Korrektur der Phasenverschiebung kann dieser Fehler kompensiert werden. Damit eine solche Korrektur der Phasenverschiebung ordnungsgemäß funktioniert, sind zwei Dinge erforderlich:

- Ein Leistungsanalysator, dessen Software die richtigen Berechnungen durchführt
- Ein Stromsensor mit bekannter Phasenverschiebung

Die Berechnungen in der Software des Leistungsanalysators sind vergleichbar mit der Entzerrungsfunktion eines Oszilloskops: Wenn zwei unterschiedliche Signale aufgrund von Latenzen zu unterschiedlichen Zeiten beim Oszilloskop eingehen, können diese Signale mit der Entzerrungsfunktion einander angeglichen werden, indem die Latenz mit einem festen Zeitwert kompensiert wird.



Abbildung 1: Leistungsanalysator PW6001 von HIOKI

Wenn Sie den Korrekturwert für die Phasenverschiebung in einem Leistungsanalysator wie dem PW6001 von HIOKI eingeben, geschieht im Grunde das Gleiche, da es sich bei der Phasenverschiebung im Wesentlichen um eine Zeitverzögerung zwischen Strom und Spannung handelt. Als Beispiel ist hier die Verzögerung eines Stromsensors der Reihe CT68 von HIOKI dargestellt. Die Zeitverzögerung wird in Nanosekunden gegenüber der Frequenz angezeigt:

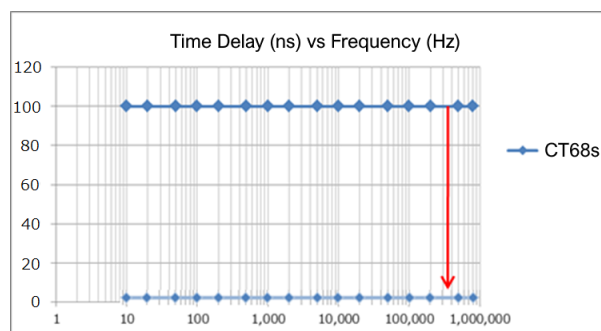


Abbildung 2: Zeitverzögerung eines Sensors CT68 von HIOKI

Eine Verzögerung von 100 ns bei 100 Hz hat nicht dieselben Auswirkungen wie eine Verzögerung von 100 ns bei 1 Mhz. Dies wird deutlich, wenn man die oben dargestellte Zeitverzögerung in

Phasenverschiebungswerte überträgt, die in Grad angegeben werden:

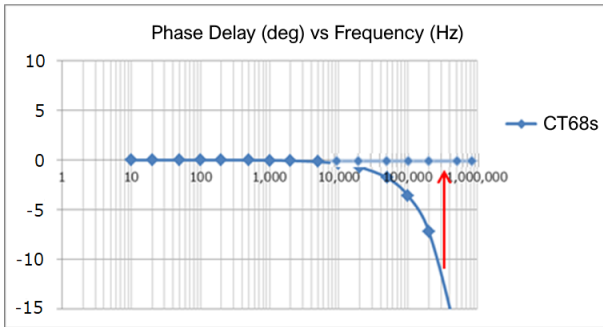


Abbildung 3: Phasenverzögerung über der Frequenz

Um die Dinge so einfach wie oben zu gestalten, braucht man natürlich einen Stromsensor, bei dem die Zeitverzögerung unabhängig von der Frequenz stets gleich ist. Bei Stromsensoren von HIOKI, z. B. bei der Reihe CT68, ist dies der Fall. Genau wie bei der Entzerrungsfunktion, wird dann nur ein Wert benötigt, um die Phasenverschiebung des Sensors zu kompensieren.

Dies ist bei derzeit auf dem Markt erhältlichen Stromsensoren keineswegs Standard, weshalb die Sensoren von HIOKI hier eine Sonderstellung einnehmen. Folgendes würde bei einem typischen Stromsensor passieren:

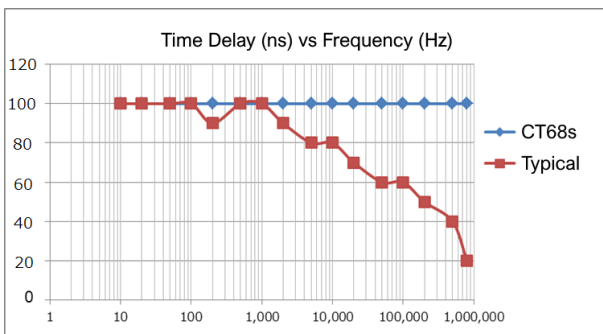


Abbildung 4: Typische Sensoren im Vergleich zur Reihe CT68 von HIOKI

Ein Sensor, bei dem die Zeitverzögerungswerte je nach Frequenz unterschiedlich sind, erschwert die Kompensation der Phasenverschiebung in einem Leistungsanalysator erheblich. Denn welchen Wert verwenden Sie als Parameter für die „Entzerrung“?



Abbildung 5: Stromsensoren von HIOKI

Eine weitere Besonderheit der Stromsensoren von HIOKI besteht darin, dass es für die Phasenverzögerung nicht relevant ist, wo sich die Einzelleitung innerhalb des Sensors befindet, wenn Sie die Messung durchführen:

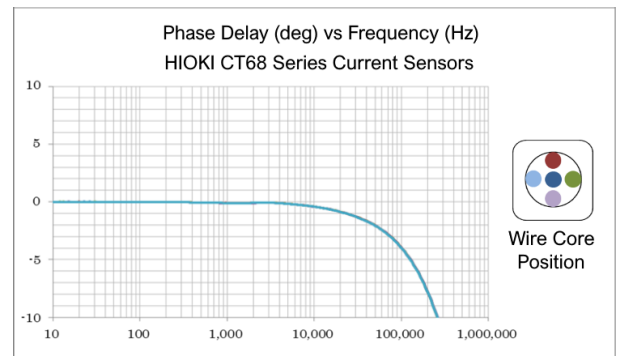


Abbildung 6: Phasenverzögerung des HIOKI CT68 und Position der Einzelleitung

Im Diagramm ist nur eine einzige Linie zu sehen, da die Phasenverzögerungskurven für alle fünf Messpositionen gleich sind. Auch dies ist bei derzeit auf dem Markt erhältlichen Stromsensoren kein Standard. Typischerweise macht die Position der Einzelleitung innerhalb des Sensors einen Unterschied, wie Sie in der nachfolgenden Abbildung sehen können:

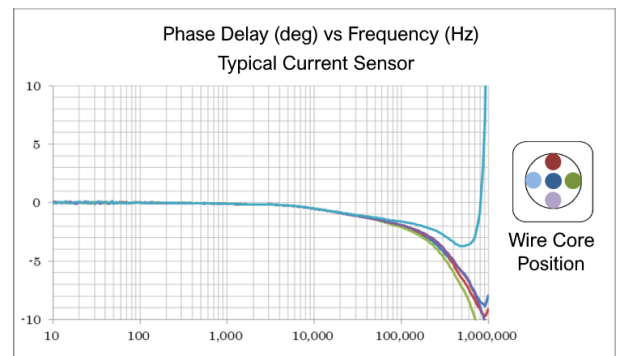


Abbildung 7: Phasenverzögerung eines typischen Sensors und Position der Einzelleitung

Kai Scharrmann

Wie Sie sehen, gibt es keine Kompensation der Phasenverschiebung ohne einen Leistungsanalysator, der diese Funktion auch unterstützt. Es gilt aber auch festzuhalten, dass eine ordnungsgemäße Kompensation der Phasenverschiebung bei Ihren Messungen erst durch die Kombination aus Leistungsanalysator und geeignetem Stromsensor möglich wird.

HIOKI legt bereits seit vielen Jahren den Schwerpunkt auf die Herstellung von Sensoren für die Leistungsmessung, wobei die Eigenschaften hinsichtlich der Zeitverzögerung stets ein zentrales Anliegen der Entwickler von HIOKI waren. Gleichzeitig sind Sensoren anderer Hersteller in der Regel nur für genaue (DC-)Strommessungen ausgelegt, wobei die Eigenschaften hinsichtlich der Phasenverzögerung nur zweitrangig sind.



Abbildung 8: Leistungsanalyse – es gehören immer zwei dazu ...

Daher sind Leistungsanalysatoren von HIOKI zusammen mit HIOKI-Stromsensoren die perfekte Kombination für Ihre Breitband-Leistungsanalyse von DC bis zum Hochfrequenzbereich. Denn genau wie beim Tango gehören immer zwei dazu.

©2020 HIOKI Europe GmbH