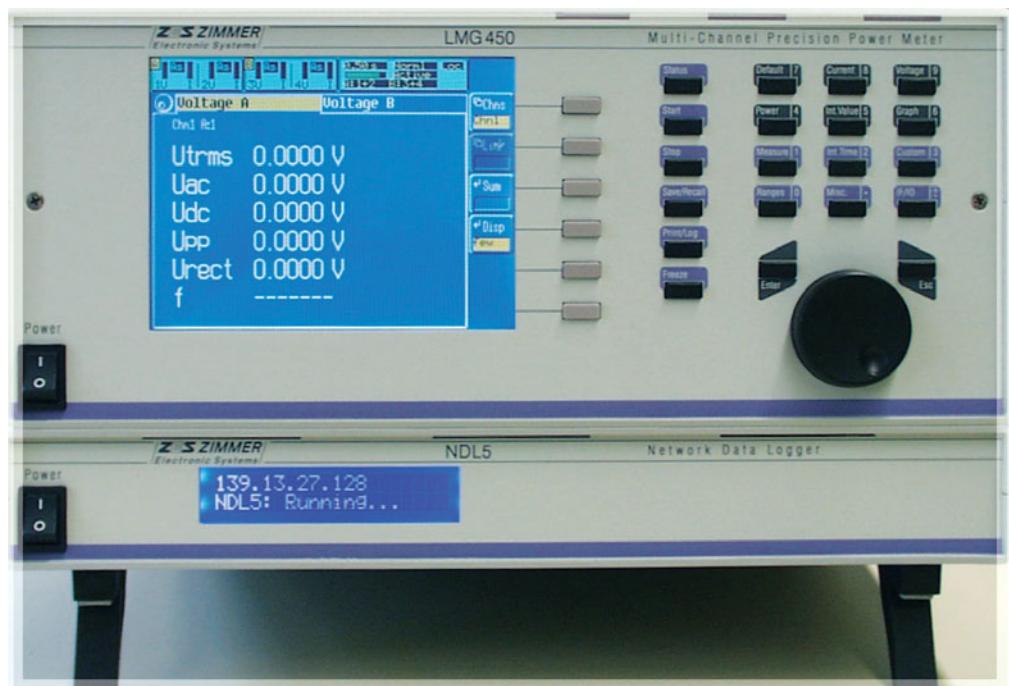


Umrichter-Messungen: Messsysteme und Interpretation

Mit Know-how und der richtigen Technik Messfehler an frequenz- und spannungsvariabel gespeisten Pulsumrichtern sicher vermeiden

Bei dem Begriff „elektrische Antriebe“ denkt man sofort an Pulsumrichter. Drehfeldmaschinen, vor allem Asynchronmaschinen, werden frequenz- und spannungsvariabel gespeist. Am Umrichter sind die Parameter Spannungs/Frequenzpunkt sowie prozentuale Boostanteile einzustellen. Verständlich, dass viele Anwender Kontrollmessungen über die tatsächlich eingestellte Spannung durch-

führen, dabei oft aber einer Fehlinterpretation unterliegen. Der Fachbeitrag zeigt, mit welchen Messmitteln korrekte Messungen durchgeführt werden können und wie die Ergebnisse richtig interpretiert werden. ALWIN BURGHOLTE, UDO SCHÜRMANN



Prof. ALWIN BURGHOLTE ist Sprecher der wissenschaftlichen Einrichtung Elektronik im FB Ingenieurwissenschaften der FH OOW Wilhelmshaven

KONTAKT
T +49/4421/985-2259
burgholte@fh-wilhelmshaven.de



UDO SCHÜRMANN ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Labor für Leistungselektronik und EMV im FB Ingenieurwissenschaften der FH OOW Wilhelmshaven

KONTAKT
T +49/4421/985-2259
schuermann@fbe.fh-wilhelmshaven.de

Die Umrichterausgangsspannung ist im Allgemeinen keine sinusförmige Spannung sondern eine pulsmodulierte Rechteckspannung, die sich theoretisch durch die Fourieranalyse mit Grund- und Oberschwingungen beschreiben lässt. Am Umrichter eingestellt und gemessen wird ein zur Frequenz proportionaler Spannungseffektivwert. Wie dieser Effektivwert zu messen und zu interpretieren ist, wird nachfolgend beschrieben.

Grundlagen

Die Definition des Effektivwertes wird durch die Gleichung 1 beschrieben. Die darin enthal-

tene Größe $u_{(t)}$ mit Grund- und Oberschwingungen wird durch die Gleichung 2 charakterisiert. Daraus lässt sich dann der mit Gleichung 3 beschriebene Gesamteffektivwert errechnen.

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u_{(t)}^2 dt} \quad (1)$$

$$u_{(t)} = \hat{U}_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + \sum_{h=2}^{40} \hat{U}_h \sin(\omega_h t + \varphi_h) \quad (2)$$

$$U_{RMS} = \sqrt{U_1^2 + \sum_{h=2}^{40} U_h^2} \quad (3)$$

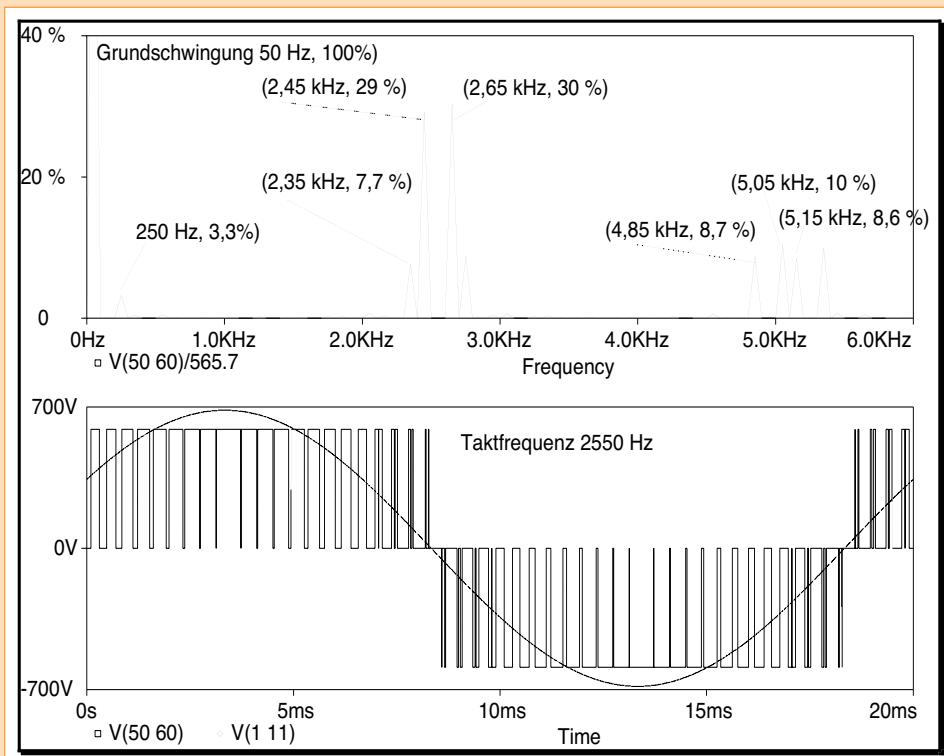


Abb. 1: Simulationsergebnis harmonischer und zwischenharmonischer Frequenzanteile bei sinusmodulierter Umrichterausgangsspannung

Der Gesamteffektivwert oder true RMS-Wert entspricht einem Gleichwert, der die gleiche Wirkleistung erzeugt. Als Belastung ist dafür ein idealer ohmscher Verbraucher anzunehmen; auch jede hochfrequente Oberschwingung liefert dabei einen Leistungsanteil.

Messgeräte für die echte Effektivwertmessung

Als analoges Messwerk ist das Dreheisenmesswerk das bekannteste, preiswerteste und bis zu ca. einigen 100 Hz das am besten geeignete. Vom Schalttafelinstrument bis hin zum Präzisionsmessinstrument finden sich vielfältige Marktangebote. In der gegenwärtigen Messpraxis dominieren digitale Messgeräte, wobei der Markt ein großes

Angebot true RMS messender Multimeter bereithält. Das Aufmacherbild zeigt ein Messsystem, mit dem Spannungen in unterschiedlicher Kopplungsart gemessen werden können. In der Einstellung DC wird der arithmetische Mittelwert angezeigt; mit der Einstellung \approx wird das Messsignal DC-gekoppelt.

Gemessen wird somit der Gesamteffektivwert. In AC-Kopplung fehlt der Gleichanteil. Angezeigt wird die so genannte Brummspannung: der Effektivwert der Wechselspannung, die der Gleichspannung überlagert ist.

Viele Messgeräte gestatten nur die Mittelwertsmessung in DC-Kopplung und die Messung der Brummspannung in AC-Kopplung. Mit diesen beiden Messwerten berechnet sich der Gesamteffektivwert nach folgender Gleichung:

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{DC}^2 + U_{Brumm}^2} \quad (4)$$

Höhere Frequenzanteile (größer einige kHz) werden oft nicht mehr richtig erfasst, so dass das Messergebnis falsch (zu klein) angezeigt wird. Für eine digitale Messung muss das Signal abgetastet werden, um dann mit diesen Werten den Effektivwert berechnen zu können. Bei einem ungünstigen Verhältnis von Spitzenwert zu Effektivwert besteht leicht die Gefahr der Übersteuerung; d.h. das zu digitalisierende Signal wird in der Amplitude abgeschnitten und die Messung wird verfälscht. Mit dem Crestfaktor oder auch Scheitelfaktor ξ wird der zulässige Übersteuerungsfaktor nach Gleichung 5 definiert. Low cost Multimeter bieten Crestfaktoren von zwei bis fünf.

$$\xi = \frac{\hat{u}}{U_{RMS}} \quad (5)$$

Präzisionsmessgeräte mit Crestfaktoren von 10 bis 20 bieten einen wesentlich größeren Messkomfort; denn es besteht die Möglichkeit, das Messsignal dem Messwerk über verschiedene Filter zuzuführen. Damit ist es möglich, bei überschwingungsbehafteten Messgrößen durch Ausblenden aller Oberschwingungen nur die Grundschwingung zu erfassen. Darüber hinaus können häufig auch mit Hilfe der Fourieranalyse die einzelnen Oberschwingungsanteile dargestellt werden. Das Aufmacherbild dieses Artikels, zeigt ein solches Gerät von Zes Zimmer Electronic Systems.

Umrichterausgangsspannung und Maschinenklemmenspannung

Pulsumrichter liefern pulsweitenmodulierte Spannungsblöcke, wie in Abbildung 1 darge-

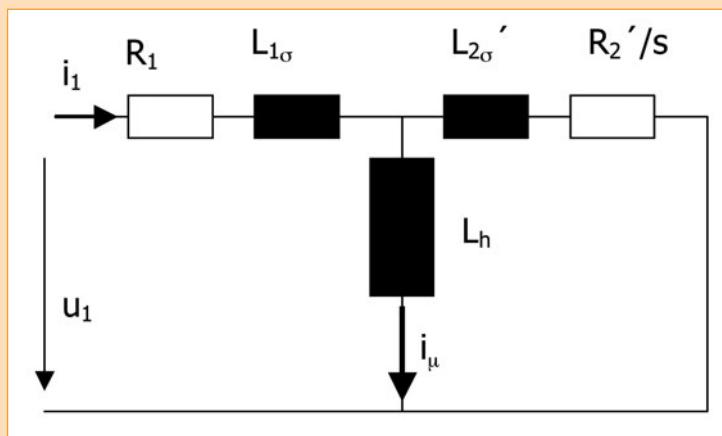


Abb. 2: Ersatzschaltbild einer Asynchronmaschine

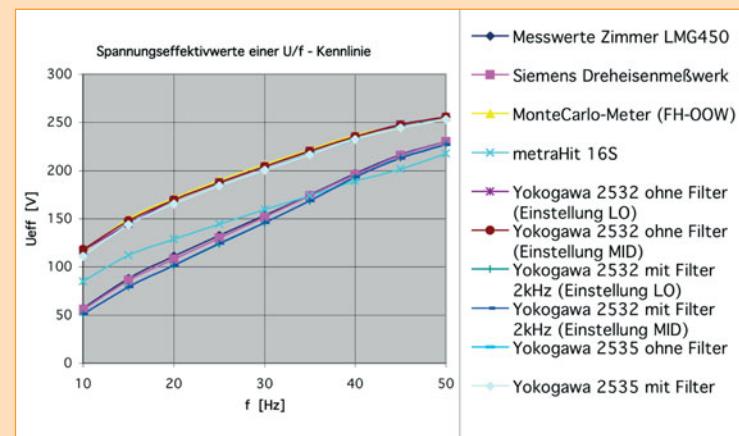


Abb. 3 Spannungsfrequenzkennlinie eines Yaskawa-Umrichters, gemessen mit verschiedenen Messsystemen

stellt. Es ergeben sich zwischenharmonische Frequenzanteile f_μ nach folgender Gleichung: Je nach Art der Umrichterendstufe können die

$$f_\mu = f_{\text{Umrichter-Taktfrequenz}} \pm 2n \cdot f_{\text{Netz}} \quad (6)$$

Spannungsblöcke auch zwischen ± 500 V geschaltet werden. Diese pulsierende Spannung wird der Maschine als Klemmenspannung zugeführt und treibt entsprechend der Maschinenbelastung einen induktiven Strom i_1 . Abbildung 2 zeigt das Ersatzschaltbild für eine Asynchronmaschine. Die Spannungs/Frequenzzuordnung ermöglicht einen konstanten magnetischen Fluss in der Maschine. Dieser Fluss wird durch den Magnetisierungsstrom i_μ in der Hauptinduktivität L_h erzeugt. Die Spannung u_1 als pulsierende Rechteckspannung kann den Strom aber nur mit ihrem Grundschwingungsanteil i_μ durch die Hauptinduktivität L_h treiben; die höherfrequenten Anteile fließen über den

niederohmigeren Weg direkt in den Läuferkreis. Eine Zuordnung Spannung/Frequenz des Umrichters muss sich somit auf den Grundschwingungswert der Spannung beziehen, wenn die Forderung nach einem konstanten Fluss erfüllt werden soll. Hinsichtlich der Spannungskontrolle muss das verwendete Messsystem in der Lage sein, den Grundschwingungswert zu ermitteln.

Die Grafik in der Abbildung 3 zeigt die U/f -Kennlinie, gemessen mit unterschiedlichen Messgeräten und Einstellungen. Die Abweichungen sind auf die durch die Messsysteme unterschiedlich erfassten Oberschwingungsanteile zurückzuführen.

Fazit

Der Betrieb einer Asynchronmaschine am Umrichter mit variabler Frequenz erfordert für einen konstanten Fluss die Proportionalität von Frequenz und Spannungseffektivwert der

Grundschwingung. Die richtige Messung dieses Grundschwingungseffektivwertes erfolgt mit Präzisionsmessgeräten, bei denen Filter zugeschaltet werden können. Um auszuschließen, dass die niederfrequenten Oberschwingungsanteile mitgemessen werden, sollte eine Eckfrequenz des Filters kleiner gleich 85 Hz gewählt werden. Eine sehr gute Näherung liefern auch Analogmessgeräte mit Dreheisenmesswerk. Die am Umrichterdisplay angezeigten Spannungswerte entsprechen den programmierten Grundschwingungseffektivwerten. ■

Dieser Beitrag als PDF und weiterführende Informationen (ähnliche Beiträge, technische Daten, Direktlinks zum Hersteller etc.) sind online verfügbar auf www.aud24.net

more @ click DV114550 >

Besuchen Sie uns auf der Electronica, Halle B6, Stand B6.160