

ANWENDUNGSBERICHT

Optimieren der Betriebseigenschaften von Frequenzumrichtern und USVs

Wenn Sie einen Frequenzumrichter oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) installieren oder solche Geräte bereits nutzen, sollten Sie bestimmte Parameter der Netzqualität überwachen, um die Betriebseigenschaften dieser Geräte zu optimieren. Zur Ermittlung der zu messenden Netzqualitätsparameter und der Zeitpunkte der Messungen müssen Sie zunächst die Netzqualitätsprobleme verstanden haben, die bei diesen Geräten auftreten, da sie Strom in kurzen Impulsen aus der Eingangsstromversorgung aufnehmen. Frequenzumrichter und USV werden durch Netzqualitätsprobleme der sie speisenden Stromversorgung beeinträchtigt. Außerdem erzeugen sie Oberschwingungsströme, die auf das Energieverteilungssystem zurückwirken.

Eine bewährte Vorgehensweise ist die Überwachung der Netzqualität vor der Installation, um sicherzustellen, dass die Stromversorgung zum Gerät die Spezifikationen des Herstellers erfüllt. Sammeln Sie spezifische Daten für Gerätehersteller, damit diese die Oberschwingungen analysieren und Filter konzipieren können, mit denen die in die Energieverteilung rückwirkenden Oberschwingungen begrenzt werden können. Überwachen Sie schließlich die Netzqualität im Systembetrieb, um sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter oder die USV die Grenzwerte der harmonischen Verzerrung des Energieverteilungssystems nicht überschreitet. Verwenden Sie Ihre Überwachungsdaten auch, um vor der Installation sicherzustellen, dass die Kapazität des Systems ausreichend ist.

Vor der Installation eines Frequenzumrichters oder einer USV messen Sie die Netzqualitätsparameter an der Einspeisung oder der Abzweigung, durch die diese Geräte gespeist werden. Vergleichen Sie Ihre Daten mit den Spezifikationen des Herstellers, um sicherzustellen, dass diese eingehalten werden. (Denken Sie daran, die aufgezeichneten Daten zu speichern, um Referenzdaten für die zukünftige Nutzung zu haben!)

Hier ein Beispiel mit den Leistungsanforderungen am Eingang für einen typischen Hersteller:

- Spannung: +10 % bis -10 %
- Frequenz: 60 Hz $\pm$ 5 Hz (Anmerkung: für Anwendungen in den USA)
- Maximaler Spannungseinbruch von 0 % bei 1 Zyklus und bis zu 60 % Spannungseinbruch bei 10 Zyklen.
- Bereits ein Leistungsfaktor von 0,92 bei Volllast und Nennwerten der Überhöhung der Eingangsspannung oder eine zu hohe Eingangsspannung können Ursache von Fehlern durch Überspannungen sein. Spannungseinbrüche können zu einem Fehler in der Anlage durch zu niedrige Spannung führen, durch den der Frequenzumrichter oder die USV abgeschaltet wird.

Um sicherzustellen, dass das System die Spezifikationen des Herstellers erfüllt, verwenden Sie einen Netz- und Stromversorgungsanalysator oder einen Netzqualitätsrecorder zur Überwachung und Aufzeichnung der Daten. Die Aufzeichnung der Daten über einen bestimmten Zeitraum zeigt, was während eines ganzen Betriebszyklus eines Werks zu erwarten ist. Die Daten können anschließend auf einen PC heruntergeladen und analysiert werden. Wenn Sie einen kombinierten Logger/Analysator, z. B. den Netzanalysator Fluke 435-II nutzen, können Sie auch direkte Messungen der Eingangsgrößen durchführen, während Sie protokollieren:



- Wählen Sie im Hauptmenü „Spannung/Strom/Frequenz“ aus und prüfen Sie, ob die Spannungs- und Frequenzwerte innerhalb der Spezifikationen von ± 10 % für die Spannung und von ± 5 Hz für die Frequenz liegen. (siehe Abbildung 1).
- Wählen Sie „Leistung und Energie“ im Hauptmenü aus und prüfen Sie, ob der Verschiebungsleistungsfaktor (DPF) den Spezifikationen entspricht. Der Verschiebungsleistungsfaktor ist der Leistungsfaktor für die Grundfrequenz, während der Leistungsfaktor Oberschwingungen berücksichtigt. Der Verschiebungsleistungsfaktor bezieht sich in der Regel auf die Spezifikationen des Herstellers. (siehe Abbildung 3).

- Obwohl möglicherweise nicht erforderlich, ist es sinnvoll, das Versorgungssignal am Eingang auf Oberschwingungen zu überwachen, die bereits durch andere Quellen im System erzeugt wurden. In vielen Fällen muss möglicherweise festgelegt werden, dass der Frequenzumrichter oder die USV an einer eigenen Stromversorgung betrieben werden, um eingehende Störungen zu minimieren. Es ist hilfreich, Oberschwingungsdaten zu haben, um solche Entscheidungen vor der Installation zu treffen und diese Daten, wie immer, für zukünftige Vergleiche zu speichern.
- Nachdem die Protokollierung abgeschlossen ist, wählen Sie im Hauptmenü „Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen“ aus, um sicherzustellen, dass die Spannungseinbrüche die Herstellerspezifikationen nicht überschreiten. Verwenden Sie die Tabelle „Ereignisse“, um die Größe und Dauer jedes Spannungseinbruchs zu bestimmen (siehe Abbildung 2).

Achten Sie auf Bedingungen, die speziell nur für Ihre Anlage gelten. So kann beispielsweise eine statische USV-Anlage zusätzliche Anforderungen an die Stromversorgung haben. Während der zulässige Spannungsbereich je nach Hersteller variieren kann und Spannungen von nur 30 % des Nennwerts zulässig sein können, unterbrechen einige Geräte bei einem Wert von 15 % unter der Nennspannung das Laden der Akkus. Informieren Sie sich über die Grenzwerte Ihrer Anlage in den Spezifikationen des Herstellers.

Sobald der Frequenzumrichter oder die USV in Betrieb sind, entstehen Netzqualitätsprobleme, die Ingenieure und Techniker verstehen müssen, um sie überwachen und beseitigen zu können: die Auswirkungen von Oberschwingungen, die von Frequenzumrichter und USV erzeugt werden und die sich daraus ergebende gesamte harmonische Verzerrung (THD) im Energieverteilungssystem. Ingenieure und Techniker müssen verstehen, wie die Spannung verzerrt wird, den Punkt bestimmen, an dem die THD zu messen ist, und verstehen, dass Grenzwerte auf der Basis der Verzerrung des Sinussignals der Spannung aus der Energieverteilung festgelegt werden.

Frequenzumrichter und statische USV-Anlagen wandeln eingehende Wechselspannung in Gleichspannung um. Anschließend kann durch

das präzise Ein- und Ausschalten dieser Gleichspannung ein Signal mit variabler Spannung und variabler Frequenz erzeugt werden. USV-Anlagen schalten die Gleichspannung, um wichtigen Lasten eine „saubere“ Stromversorgung auf der Grundfrequenz bereitzustellen. Frequenzumrichter variieren Frequenz und Spannung, um die Drehzahl eines Motors anzupassen. Die Umwandlung von Wechselspannung in Gleichspannung erfolgt bei den meisten Frequenzumrichter und USV-Anlagen durch eine Gleichrichterschaltung. Ein Kondensator befindet sich am Ausgang der Gleichrichterschaltung. Dieser Kondensator dient als Energiespeicher und zur Glättung der Zwischenkreisspannung.

Er nimmt Strom aus der Leitung (über die Gleichrichterschaltung) auf, um sich selbst während der Spitzen der positiven und negativen Halbwellen zu laden. Dieses Aufnehmen kurzer Stromimpulse führt zu einem Spannungsabfall. Dies bewirkt ein „Abflachen“ des eingehenden Sinussignals. Die Gleichrichterschaltung erzeugt auch Oberschwingungsströme. Diese Oberschwingungsströme fließen zurück in das Energieverteilungssystem und verursachen Spannungs- und Stromverzerrungen der Sinussignale im Verteilungssystem.

Was bedeutet all das für den Ingenieur und Techniker? Die harmonische Verzerrung muss beim Einschalten des Frequenzumrichters bzw. der USV-Anlage überwacht und ggf. korrigiert werden, wenn die Grenzwerte überschritten werden. Wie bereits oben erwähnt, kann der Gerätehersteller, wenn ihm Informationen vorgelegt werden, Oberschwingungsstudien durchführen und Filter konzipieren, um die durch den Frequenzumrichter bzw. die USV-Anlage im Betrieb erzeugte harmonische Verzerrung zu begrenzen.

Nachdem Oberschwingungsfilter installiert sind und die Anlagen arbeiten, muss die durch den Frequenzumrichter bzw. die USV-Anlage erzeugte harmonische Verzerrung überwacht und aufgezeichnet werden. Da die Empfehlungen der IEEE-Norm auf dem Netzanschlusspunkt basieren, sollten Sie Einrichtung und Überwachung an diesen Punkt durchführen. In der Regel ist der Netzanschlusspunkt oder Verknüpfungspunkt (PCC) der Punkt, an dem die Lastspeisung des Frequenzumrichters bzw. der USV-Anlage an die Stromschienen angeschlossen ist.

Volts/Amps/Hertz				
DEMO 0:00:02				
	AB	BC	CA	N
U _{rms}	198.17	192.24	195.97	2.69
U _{pk}	293.1	281.0	285.1	5.9
CF	1.48	1.46	1.45	2.19
Hz	60.134			
	A	B	C	N
I _{rms}	285	273	281	9
I _{pk}	422	394	420	19
CF	1.48	1.44	1.49	2.05
10/09/08 23:08:16 208V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		TREND		HOLD RUN

Abbildung 1. Wählen Sie im Hauptmenü des Fluke 435-II „Spannung/Strom/Frequenz“ aus, um Spannung und Frequenz zu ermitteln. Obwohl alle Parameter auf Inkonsistenzen überprüft werden sollten, ist besonders darauf zu achten, dass die Spezifikationen des Herstellers erfüllt werden.

DIPS & SWELLS EVENTS				
START 10/09/08 23:10:11 EVENT 18 / 18				
DEMO 0:00:13				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
10/09/08	23:10:20:745	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:20:754	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	0:00:00:009
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:003	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:236	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:22:199	C DIP	111.4 U	
10/09/08 23:10:25 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
NORMAL		BACK		TREND

Abbildung 2. Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen können detailliert analysiert werden, indem die Tabelle der Ereignisse nach der Aufzeichnung von Spannungsschwankungen mit der Funktion „Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen“ ausgewählt wird. Prüfen Sie den Ereignistyp (Spannungseinbruch oder Spannungsüberhöhung), den erreichten Spannungspegel, die Zeitdauer, während der dieser Pegel aufrechterhalten wird, sowie ob die Änderung aufwärts oder abwärts verläuft.

Power & Energy				
FULL DEMO 0:00:17				
	A	B	C	Total
kW	32.4	29.2	31.1	92.7
kVA	32.9	30.5	31.3	94.8
kVAR	6.1	8.7	3.9	18.6
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
DPF	0.99	0.97	1.00	0.99
I _{rms}	285	273	281	
	A	B	C	
U _{rms}	115.50	111.74	111.48	
10/09/08 23:19:47 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY		HOLD RUN

Abbildung 3. Durch Auswählen von „Leistung und Energie“ im Hauptmenü kann der Verschiebungsleistungsfaktor (DPF) beobachtet werden, um sicherzustellen, dass die Spezifikationen für die Stromversorgung an den Frequenzumrichter eingehalten werden. Verwenden Sie den Verschiebungsleistungsfaktor, sofern der Hersteller nicht angibt, dass der Leistungsfaktor Oberschwingungsfrequenzen berücksichtigt. Verwenden Sie dann den Messwert für den Leistungsfaktor (PF). Beachten Sie, dass das Induktionsspulen-Symbol in der kVAR-Linie anzeigt, dass der aktuelle Leistungsfaktor nacheilt.

Um beispielsweise die Effekte der Oberschwingungen zu messen, die durch einen Frequenzumrichter oder eine USV-Anlage erzeugt werden, schließen Sie den Netzanalysator Fluke 435-II am Netzanschlusspunkt an, und wählen Sie dann im Hauptmenü „Oberschwingungen“ aus. In einem Diagramm der Oberschwingungen wird die Amplitude jedes Oberschwingungsstroms im Verhältnis zur Grundfrequenz von 60 Hz dargestellt. Abhängig vom Typ des Frequenzumrichters oder der Gleichrichterschaltung in den Frequenzumrichtern oder USV-Anlagen sollten die Techniker bei bestimmten Oberschwingungsfrequenzen höhere Amplituden erwarten. Beispiel:

- Bei einem Frequenzumrichter mit Einspeisung mit 6 Impulsen ist zu erwarten, dass auf den 5., 7., 11., 13. usw. Oberschwingungen höhere Amplituden erzeugt werden.
- Bei einem Frequenzumrichter mit Einspeisung mit 18 Impulsen ist zu erwarten, dass auf den 17., 19., 35., 37. usw. Oberschwingungen höhere Amplituden erzeugt werden.
- Bei einem Schaltnetzteil ist zu erwarten, dass auf den 3., 5., 7., 9. usw. Oberschwingungen höhere Amplituden erzeugt werden.

Auf alle Fälle sollten niedrigere Amplituden der Oberschwingungen beobachtet werden, wenn die Ordnung der Oberschwingungen höher wird. Achten Sie jedoch besonders auf jede anormale Amplitude bei Oberschwingungsfrequenzen, die im Diagramm der Oberschwingungen erkennbar sind. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass es durch die Oberschwingungen des Frequenzumrichters oder der USV-Anlage zu einer Resonanz mit Blindleistungskompensatoren im

System kommt. Korrekturmaßnahmen müssen ergriffen werden, um diese gefährliche Situation abzuwenden.

Wenn eine Prüfung des Diagramms der Oberschwingungen auf erwartete Oberschwingungsfrequenzen ergibt, dass keine Anomalitäten vorhanden sind, wählen Sie die Messgeräteanzeige, um die gesamte harmonische Verzerrung (THD) der Spannung anzuzeigen. Diese darf nicht mehr als 5 % betragen (siehe Abbildung 4). Sollte das der Fall sein, ermitteln Sie die beste Lösung, um die THD in zulässigen Grenzen zu halten. Das könnte durch Oberschwingungsfilter, anderen Anschluss von Transformatoren oder Verschieben von Lasten auf andere Speiseleitungen oder Abzweigleitungen geschehen.

Bedenken Sie, dass eine Überwachung, insbesondere am Netzanschlusspunkt, ein langfristig angelegtes Gesamtprojekt ist. Die Ermittlung der Situation in der Anlage ist erst der Anfang. Führen Sie eine regelmäßige Überwachung durch und erweitern Sie Ihren Blick auf das gesamte Energieversorgungssystem. Beurteilen Sie Ihren gesamten Spitzenbedarf. Er wird sich langfristig beträchtlich ändern. Wenn neue Geräte und Lasten eingeführt werden, kann dies Einfluss auf ihre vorher einwandfreie Stromversorgung für Ihre Frequenzumrichter oder USV-Anlage haben.

Bei der Installation, dem Betrieb und der Instandhaltung von Frequenzumrichtern und USVs gilt folgendes Grundprinzip: Diese Geräte müssen gut, sauber und zuverlässig mit Strom versorgt werden, während sie laufen, und die in das Energieverteilungssystem rückwirkende harmonische Verzerrung muss minimiert werden. Verwenden Sie vor der Installation,

HARMONICS TABLE				
Uolt	DEMO	0:00:49	C	N
THD%f	2.6	3.1	2.6	256.0
H3%f	0.8	0.5	0.7	98.1
H5%f	1.5	1.3	0.3	117.0
H7%f	1.1	2.0	1.8	96.1
H9%f	0.5	0.2	0.2	22.5
H11%f	0.5	0.5	0.4	25.3
H13%f	0.5	0.2	0.4	34.8
H15%f	0.2	0.2	0.2	22.0
10/10/08 00:11:03 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
U A W	HARMONIC GRAPH		TREND	HOLD RUN

Abbildung 4. Nach Betrachten des Balkendiagramms der Oberschwingungen wählen Sie die Tabelle der Oberschwingungen auf dem Fluke 435-II, um sicherzustellen, dass die THD am Netzanschlusspunkt gemäß den Empfehlungen der Norm IEEE 519-1992 nicht höher als 5 % liegt.

bei der Inbetriebnahme und im normalen Betrieb Netz- und Stromversorgungsanalysatoren, um wichtige Netzqualitätsparameter zu überwachen und aufzuzeichnen. Techniker und Ingenieure können in Zusammenarbeit mit den Herstellern die beobachteten Netzqualitätsdaten verwenden, um das höchste Ziel zu erreichen – das Optimieren der Betriebseigenschaften von Frequenzumrichtern und USV.

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.

Fluke Deutschland GmbH

In den Engematten 14
79286 Glottertal
Telefon: 0 69 2 2222 0203
Telefax: 0 76 84 800 9410
E-Mail: CS.Deutschland-ELEK@Fluke.com
E-Mail: CS.Deutschland-INDS@Fluke.com
Web: www.fluke.de

Technischer Beratung:

Beratung zu Produkteigenschaften,
Spezifikationen, Messgeräte und
Anwendungsfragen
Tel.: +49 (0) 7684 8 00 95 45
E-Mail: techsupport.dach@fluke.com

Fluke Austria GmbH

Liebermannstraße F01
2345 Brunn am Gebirge
Telefon: +43 (0) 1 928 9503
Telefax: +43 (0) 1 928 9501
E-Mail: roc.austria@fluke.nl
Web: www.fluke.at

Fluke (Switzerland) GmbH

Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Telefon: +41 (0) 44 580 7504
Telefax: +41 (0) 44 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch

©2009, 2017 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.
12/2017 3433274b-ger

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.

