

Fehlersuche für die häufigsten Netzqualitätsprobleme

FLUKE®

Anwendungsbericht

Messgeräte und Tipps für Probleme mit Spannungsverzerrungen und Oberschwingungen

Die Fehlersuche ist ein systematischer Prozess zur Lösung von Problemen. Für das ungeübte Auge sind Probleme elektrischer Verteilungssysteme nicht immer als Netzqualitätsprobleme erkennbar. Ein ausgelöster thermomagnetischer Schutzschalter weist zum Beispiel auf einen Kurzschluss, Erdungsfehler oder eine Überlastung hin. Wenn keines dieser Probleme vorliegt, liegt oft die Vermutung nahe, dass „ein alter Leistungsschalter einfach ersetzt werden muss“.

Der Netzqualitätstechniker fragt hingegen: „Wir sollten uns die Lasten im System ansehen und die Oberschwingungen überwachen. Vielleicht besteht eine Unsymmetrie?“.

Die häufigsten Symptome von Netzqualitätsproblemen zu kennen und zu wissen, wie diese gelöst werden können, ist ein erster Schritt hin zur Lösung von Netzqualitätsproblemen.

Welche Messgeräte benötigen Sie für diese Arbeit?

Wie bei jeder Fehlersuche sind die richtigen Werkzeuge entscheidend. Im Fall von Netzqualitätsproblemen handelt es sich vielleicht um andere Messgeräte, als Sie denken.

Zunächst benötigen Sie einen guten Satz an aktuellen Zeichnungen. Danach verwenden Sie einen Netz- und Stromversorgungsanalysator zur Messung und Aufzeichnung der Parameter, die mit der Netzqualität verbunden sind. Weitere Werkzeuge, wie ein Datenlogger, eine Wärmebildkamera, ein Infrarotthermometer und ein Digitalmultimeter für Aufzeichnungen, können bei der Fehlersuche ebenfalls hilfreich sein.



Der Netz- und Stromversorgungsanalysator Fluke 435 Serie II im Einsatz. Netz- und Stromversorgungsanalysatoren sind für die Fehlersuche bei Netzqualitätsproblemen unerlässlich.

Welche Art von Problemen liegt vor?

Die am häufigsten auftretenden Netzqualitätsprobleme werden zwei Hauptbereichen zugeordnet: Spannungsanomalien und Oberschwingungsverzerrungen. Spannungsanomalien können unterschiedliche Probleme verursachen, die oftmals einfach zu beheben sind. Der Schlüssel ist, die Symptome zu lokalisieren.

Spannungseinbrüche sind für bis zu 80 Prozent aller Netzqualitätsprobleme verantwortlich. Ein Spannungseinbruch tritt auf, wenn die Systemspannung über einen halben Zyklus bis hin zu einer Minute auf 90 Prozent oder weniger der Systemnennspannung fällt. Häufig auftretende Symptome der Spannungseinbrüche sind das Flackern von Glühlampen, wenn der Einbruch länger als drei Zyklen andauert, Computerabstürze, ungewollte Abschaltung von sensibler elektronischer Ausrüstung, Daten- und Speicherverlust von programmierbaren Steuerungen und Probleme mit Relais-Steuerungen.

Zur Behebung potenzieller Probleme durch Spannungseinbrüche beginnen Sie mit der Überprüfung des Systems bei der Last, bei welcher die Symptome zuerst auftraten. Vergleichen Sie die Uhrzeit des Betriebsausfalls der Ausrüstung mit der Uhrzeit, als der Spannungseinbruch auftrat. Wenn es keine Korrelation gibt, handelt es sich bei der Problemursache vermutlich nicht um einen Spannungseinbruch. Fahren Sie mit der Fehlersuche fort, indem Sie dem Stromkreis in Richtung der Einspeisung folgen, bis die Quelle gefunden ist. Mithilfe von vereinfachten Anlagenschaubildern können Sie ermitteln, ob die Spannungseinbrüche durch das Anlaufen großer Motoren verursacht werden oder ob es andere plötzliche Einbrüche in der Spannung der Anlage gibt.

Spannungserhöhungen und -stöße treten nur halb so oft auf wie Spannungseinbrüche. Jedoch können auch Erhöhungen der Systemspannungen für kurze Zeit bis hin zu einem Zyklus oder länger zu Problemen führen. Wie bei allen Netzqualitätsproblemen müssen Sie die Parameter über einen bestimmten Zeitraum hinweg überwachen, beobachten und interpretieren.

Mit dem dreiphasigen Netzqualitätsrecorder Fluke 435-II können Sie eine Spannungsunsymmetrie erkennen. In Wahrheit variieren jedoch die Spannungsunterschiede zwischen den Phasen, während die Verbraucher in Betrieb sind. Eine Überhitzung des Motors oder Transformators oder die übermäßige Lärm- und Vibrationsbildung kann jedoch dazu führen, dass die Fehlersuche zugunsten der Spannungsunsymmetrie ausfällt.

Zu den Symptomen der Spannungserhöhungen gehören der unmittelbare Ausfall der Ausrüstung, in der Regel der Spannungsversorgung von elektronischen Geräten. Jedoch treten nicht alle Geräteausfälle sofort auf, da die Spannungserhöhungen über einen gewissen Zeitraum hinweg andauern und Komponenten vorzeitig ausfallen können. Wenn die Analyse der elektronischen Ausrüstung eine fehlerhafte Spannungsversorgung aufzeigt, müssen die Spannungstrends in den Speisekabeln und Zuleitungen zu dieser Ausrüstung geprüft werden. Wenn möglich, vergleichen Sie diese mit den Ausfallraten ähnlicher Geräte, die an anderen Systemabschnitten betrieben werden, an denen keine Erhöhungen zu beobachten war.

Suchen Sie bei der Analyse der Ergebnisse der Netzqualitätsüberprüfung nach plötzlich auftretenden Erdungsfehlern bei einer Phase. Dieser Fehlertyp führt dazu, dass die Spannung in den beiden nicht fehlerhaften Phasen ansteigt. Auch große Anlagenlasten, die plötzlich ausfallen, oder das Schalten von Blindleistungskompensatoren können zu Spannungserhöhungen führen.

Spannungstransienten können zu Computerabstürzen, Schäden an der elektronischen Ausrüstung, Funkenüberschlägen und beschädigter Isolation der Verteilungsgeräte führen. Transienten, die auch als Stromspitzen bezeichnet werden, sind signifikante Spannungssteigerungen, die jedoch nur wenige Mikrosekunden auftreten. Blitzeinschlag und mechanische Schaltungen sind häufige Ursachen. Der Geräteausfall während eines Gewitters wird oftmals auf Transienten zurückgeführt, weshalb oftmals keine Überprüfung der Netzqualität durchgeführt wird. Weitere Ursachen von Transienten sind das Schalten von Kondensatoren und Kondensatorgruppen, der Neustart von Systemen nach einem Stromausfall, das Schalten von Motorlasten, das An- oder Abschalten von Leuchtstoff- und Hochdruckentladungslampen, das Schalten von Transformatoren und das plötzliche Anhalten bestimmter Geräte. Im Fall dieser transienten Bedingungen überwachen Sie die Last und korrelieren die Betriebsprobleme bzw. den Ausfall von Geräten mit den Ereignissen im Energieverteilungssystem.

Die normale Lichtbogenbildung an Kontakten, die durch die Unterbrechung großer Lasten entstehen, kann Transienten zur Folge haben. Führen Sie die Überwachung mithilfe der vereinfachten Schaubilder weiter stromaufwärts im Energieverteilungssystem durch, bis Sie die Quelle finden.

Spannungsunterbrechungen können zwei bis fünf Sekunden oder noch länger anhalten. Das Symptom ist in der Regel sehr einfach: Die Geräte stoppen ihren Betrieb. Unterbrechungen von mehr als fünf Sekunden werden als *anhaltende Unterbrechungen* bezeichnet. Die meisten Motorregelkreise und Prozesskontrollsysteme sind nicht für einen Neustart nach jeder kurzen Unterbrechung der Stromversorgung ausgelegt.

Wenn eine Spannungsunterbrechung auftritt, während die Ausrüstung nicht unter Beobachtung steht, kann die Ursache der Abschaltung eventuell nicht korrekt identifiziert werden. Nur durch Nutzung von Überwachungssystemen und durch die Korrelation des Zeitpunkts des Stromausfalls mit dem Auftreten der Geräteprobleme können Spannungsunterbrechungen identifiziert werden.

Spannungsunsymmetrie ist eines der am häufigsten auftretenden Probleme in Dreiphasensystemen und kann zu schweren Geräteschäden führen. Sie wird oftmals nicht korrekt erkannt. Eine Spannungsunsymmetrie von 2,3 Prozent in einem 230-V-Motor führt zum Beispiel zu einer Stromunsymmetrie von fast 18 Prozent, was einen Temperaturanstieg von 30 °C zur Folge hat. Mit einem Digitalmultimeter (DMM) und einfachen Berechnungen kann die durchschnittliche Spannung ermittelt werden. Ein Netz- und Stromversorgungsanalysator bietet jedoch genauere Informationen zur Unsymmetrie.

Unsymmetrie kann an jedem Punkt im Verteilungssystem auftreten. Die Lasten sollten auf die einzelnen Phasen der Unterverteilung gleichmäßig verteilt werden. Wenn eine Phase im Vergleich zu den anderen übermäßig belastet wird, wird die Spannung auf dieser Phase geringer. Transformatoren und Dreiphasenmotoren, die über diese Unterverteilung gespeist werden, können heiß oder ungewöhnlich laut werden, übermäßige Schwingungen erzeugen oder sogar vorzeitig versagen.

Die kontinuierliche Überwachung ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Ermittlung von Unsymmetrie. In einem Dreiphasensystem sollte die maximale Abweichung zwischen den Phasen zwei Prozent nicht übersteigen (entspricht V_{neg} in % auf dem Analysator), wenn Schäden an den Geräten vermieden werden sollen.

Oberschwingungen sind Spannungen und Ströme, deren Frequenz ein Vielfaches der Grundschiwingung darstellt. Zum Beispiel ist die dritte Oberschwingung die Spannung oder Stromstärke, die bei 150 Hertz (Hz) in einem

50-Hz-System auftritt ($3 \times 50 \text{ Hz} = 150 \text{ Hz}$).

Diese unerwünschten Schwingungen verursachen zahlreiche Symptome, wie Überhitzung der Neutralleiter und Transformatoren, die diese Schaltkreise speisen. Rückdrehmomente führen in Motoren zu Hitzebildung und Verlusten in der Effizienz.

Param	L1	L2	L3	N
Volt	1.7	1.7	1.8	32.4
THD%	1.7	1.7	1.8	N
H1%	100.0	100.0	100.0	100.0
H3%	0.4	0.4	0.4	11.2
H5%	0.8	0.8	0.9	17.0

04/16/13 15:03:21 230V 50Hz 3Φ WYE EMS168

Durch Ermittlung der einzelnen Oberschwingungen und deren Vergleich mit der Grundschiwingung (in diesem Fall von 50 Hz) können Sie Entscheidungen über den Schweregrad der einzelnen Oberschwingungen im System treffen. Dieser Screenshot des Netz- und Stromversorgungsanalysators zeigt zum Beispiel in Phase L1 eine Oberschwingungsverzerrung von insgesamt 1,7 %. Von diesem Gesamtwert sind insgesamt 1,2 % der dritten und fünften Oberschwingung zuzurechnen (0,4 % bzw. 0,8 %).

Wenn jede Oberschwingung identifiziert und in diesem Fall mit der Grundschiwingung von 50 Hz verglichen wurde, können Sie eine Entscheidung über den Schweregrad der einzelnen

Oberschwingungen treffen, die im System auftreten. Dieser Screenshot des Netz- und Stromversorgungsanalysators zeigt zum Beispiel in Phase L1 eine Oberschwingungsverzerrung (THD) von insgesamt 1,7 %. Von diesem Gesamtwert sind insgesamt 1,2 % der dritten und fünften Oberschwingung zuzurechnen (0,4 % bzw. 0,8 %).

Die schwerwiegendsten Merkmale, die durch Oberschwingungen entstehen, sind auf die Oberschwingungsverzerrung der Sinuskurve von 50 Hz der Grundfrequenz zurückzuführen, die in Betriebsstätten am häufigsten anzutreffen ist. Diese Verzerrung der Sinuskurve führt zu einem unsachgemäßen Betrieb der elektronischen Ausrüstung, zu ungewollten Alarmen, Datenverlusten oder zu anderen Problemen, die oft als „mysteriös“ bezeichnet werden.

Wenn die Symptome der Oberschwingungen auftreten, führen Sie eine Fehlersuche durch, indem Sie die gesamte harmonische Verzerrung (THD) untersuchen. Eine signifikante Erhöhung von THD unter wechselnden Lastbedingungen sollte einen prozentualen Vergleich der einzelnen Oberschwingungspegel mit dem Grundstromfluss im System nach sich ziehen. Wenn Sie die Auswirkungen der einzelnen Oberschwingungsströme kennen und diese mit den identifizierten Symptomen vergleichen, wird dies die Fehlersuche erleichtern. Die Quelle der Oberschwingung muss schließlich isoliert und behoben werden.

Zusammenfassung

Spannungsprobleme und die Entstehung von Oberschwingungsströmen sind die zwei Hauptbereiche, in denen Netzqualitätsprobleme auftreten. Spannungseinbrüche und -erhöhungen, Spannungstransienten, Spannungsunterbrechungen und Spannungsunsymmetrie können allesamt überwacht, analysiert und mit dem Betriebsverlauf der Geräte verglichen werden, um so die Ursache und den Schweregrad des Netzqualitätsproblems herauszufinden. Auf dieselbe Art und Weise können auch die unterschiedlichen Oberschwingungsströme in einem System untersucht werden.

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.

© Copyright 2014, Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt in den Niederlanden 08/2014.
Änderungen ohne Ankündigung vorbehalten.
Pub_ID: 13234-ger.

In den Engematten 14
79286 Glottertal
Telefon: (069) 2 22 22 02 00
Telefax: (069) 2 22 22 02 01
E-Mail: info@de.fluke.nl
Web: www.fluke.de

Beratung zu Produkteigenschaften und Spezifikationen:
Tel: (07684) 8 00 95 45
Beratung zu Anwendungen, Software und Normen: Tel: 0900 1 35 85 33
(€ 0,99 pro Minute aus dem deutschen Festnetz, zzgl. MwSt., Mobilfunkgebühren können abweichen)
E-Mail: hotline@fluke.com

Fluke Vertriebsgesellschaft m.b.H.
Liebermannstraße F01
A-2345 Brunn am Gebirge
Telefon: (01) 928 95 00
Telefax: (01) 928 95 01
E-Mail: info@as.fluke.nl
Web: www.fluke.at

Fluke (Switzerland) GmbH
Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Telefon: 044 580 75 00
Telefax: 044 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch