

Feststellen von Anomalien in Klimaanlage

mit dem tragbaren 2-Kanal-Oszilloskop
Fluke ScopeMeter® 190 II

Anwendungsbericht



Prüffunktionen
Messungen aus der Praxis

Sehen ist Glauben? Besser gesagt: Sehen ist Verstehen.

Wenn jemand sämtliche Funktionen elektronischer Messgeräte voll ausschöpfen kann, dann ist es Chris Vogel. Bei Siemens Building Technologies hat Vogel reichlich damit zu tun, die Klimaanlage der großen gewerblichen Kunden des Unternehmens im tropischen Klima Floridas in Schuss zu halten. Dieses Klima ist durch nahezu konstante Temperaturen von 32 °C und eine relative Luftfeuchte von 95 % geprägt. Und das ist nur eine der Herausforderungen, vor denen die Techniker bei Siemens Building Technologies stehen, einem Unternehmen, das für den Erfolg der Kunden äußerst wichtig ist: Das ganze Jahr hindurch sorgt das Unternehmen in allen Gebäuden oder Bürohochhäusern, die ihm von Kunden anvertraut wurden, für Energieeffizienz, Komfort und Brandschutz und schützt vor unbefugtem Zutritt.

Messgeräte: 2-Kanal-Messgerät
Fluke ScopeMeter® 190 II

Bediener: Chris Vogel, HLK-Techniker
für Siemens Building Technologies

Messungen: Analyse der Signalform
von Strom und Spannung, Leistungs-
faktor

Vogel, ein HLK-Techniker, wird munter, als er darauf zu sprechen kommt, wie sehr sich die Investition in sein tragbares Messgerät ScopeMeter® bezahlt macht. „An einem bestimmten großen Standort, an dem wir Frequenzumrichter überwachen und diagnostizieren, kann eine Reparatur auf Komponentenebene oftmals den Unterschied zwischen einem 20-Dollar-Bauteil und einer Reparaturrechnung von 100.000 Dollar ausmachen. Ich weiß das aus erster Hand, da wir erst vor kurzem ein solches Szenario dokumentiert haben.“

Bei großen Frequenzumrichtern verwendet Vogel sein tragbares Oszilloskop ScopeMeter, um Kapazitätsprobleme, Transistorzündungsprobleme oder sogar Durchschläge an einem Gate aufzuspüren. „Ein Transistor ist im Grunde genommen ein blitzschneller Schalter“, erklärt er. „Er wechselt zwischen geöffnetem und geschlossenem Zustand und kann auch gelegentlich ausfallen. Wenn das geschieht, spielen Motoren verrückt. In der Lastphase sehen wir zum Beispiel, dass der Motor vor- und zurückläuft, als ob er nicht weiß, wie er sich drehen soll.“

Speichern eines Zeitintervalls

Es sei wichtig, sagt Vogel, dass der Techniker Probleme von Frequenzumrichter durch das Erfassen einer Signalform des betreffenden Antriebs erkennen könne. Seine Behauptung: Ein Signal gibt wesentlich mehr Auskunft, wenn es als Signalform dargestellt wird statt als einzelner statischer Spannungswert. Das Signal hat eine Form und einen Wert, die auf den ersten Blick einwandfrei aussehen. Sie können aber auch ohne weiteres eine Verzerrung, eine raue „Flanke“ oder eine momentane Spitze aufweisen, die fast zu kurz ist, um wahrgenommen zu werden. Solche Probleme sowie viele weitere Signalanomalien können allein mit einem numerischen Messwert des Signals nicht erfasst werden.

„Mit dem Oszilloskop kann ich Informationen aufzeichnen, und zwar von verschiedenen Quellen – Sinuswellen an den Ein- und Ausgängen von Antrieben mit variabler Frequenz, Strom und Spannung. So kann ich Strom- und Spannungswerte vergleichen und einen Leistungsfaktor für die Schaltung ableiten.“



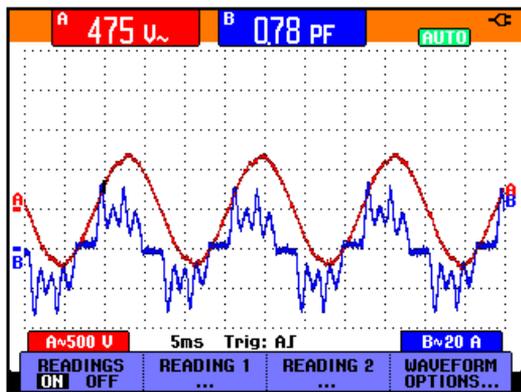


Abbildung 1. Beispiel für eine nichtlineare Last.

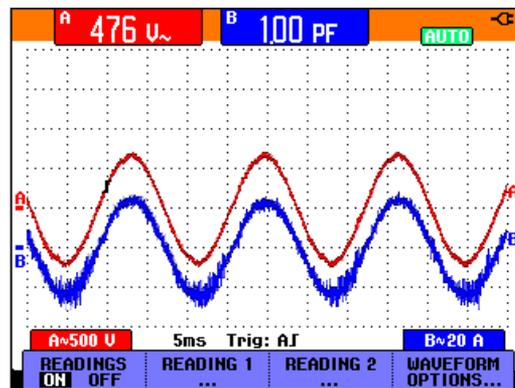


Abbildung 2. Verzerrung und Netzspannungseinbrüche sind echte Probleme, können jedoch allein durch Ablesen eines Messwerts nicht wahrgenommen werden. In diesem Beispiel weist die blaue Stromkurve starke Einbrüche auf.

Mit dem Fluke Messgerät vom Typ ScopeMeter kann Vogel bis zu 25 Aufzeichnungen dauerhaft speichern, die jederzeit abgerufen werden können. „Manchmal sehe ich eine verdächtige Signalform ab, das aufgezeichnet wurde, als der Antrieb ordnungsgemäß funktionierte. „Speicheroszilloskope erzeugen eine grafische Darstellung des Problems und nicht nur einen empirischen Wert wie ein Multimeter. Mit dem tragbaren Oszilloskop vom Typ ScopeMeter erhalten wir natürlich beides.“

Nichtlineare Lasten sind reichlich vorhanden

Aufgrund des Klimas und der Gewitter in Florida, so Vogel, sei es nicht ungewöhnlich, dass die Netzspannungen sprunghaft steigen und fallen. „Wir arbeiteten an einem Stromquellenantrieb, den ich umrüsten wollte, da er von einem Blitz getroffen worden war.“ Die Techniker vermuteten, der Antrieb sei so stark beschädigt, dass eine Reparatur wirtschaftlich nicht mehr vertretbar sei, und beschlossen, den Antrieb selbst zu ersetzen, nicht jedoch die Netzeinspeisung.

„Kurz danach trat am Antrieb ein Masseschluss auf, und es kam zu Störungen in der elektrischen Energieverteilung des Gebäudes. Deshalb baten sie mich zu kommen. Nach einigen einfachen Diagnosen, wobei ich Strommesszangen mit den Kabeln verband und Phasen sowie die Stromaufnahme der Phasen verglich, nahm ich Messungen mit

einem tragbaren Oszilloskop vom Typ ScopeMeter am System vor und stellte fest, dass sehr viele Netzspannungseinbrüche auftraten.“

Vogel erläutert, dass nichtlineare Wechselstromlasten – Lasten, bei denen Spannung und Strom phasenverschoben sind – Oberschwingungsverzerrungen erzeugen. (Siehe Abbildung 1.) Zu Beispielen für nichtlineare Lasten zählen Schweißgeräte, Frequenzumrichter und Akku-Ladegeräte. Die Verzerrung werde durch die nicht sinusförmige Signalform hervorgerufen, die der Antrieb erzeugt, bemerkt Vogel. Er fährt fort: „Bei größeren Kabellängen entstehen Magnetfelder um die Kabel herum. Durch die Oberschwingungsverzerrung wird der Strom wieder in die Verkabelung reflektiert. Es kommt zu einer sich selbst erhaltenden Schleife. Das nennen wir Netzspannungskerben. (Siehe Abbildung 2.) Das Ein- und Ausschalten des Wechselstroms entspricht einem sehr schnellen Öffnen und Schließen eines Ventils in einer Wasserleitung; dadurch kommt es zu Pulsierungen im Strom. Netzspannungseinbrüche sind die elektrische Entsprechung dieses Phänomens.“

Auf das ursprüngliche Problem zurückkommend bemerkt Vogel, dass der Höchstwert des Stroms für jede der drei Phasen die ursprünglichen Anlagenbauer bewogen habe, vier parallele Kabelkanäle für jede Phase zu verwenden. In einer solchen Konfiguration wäre ein kleinerer Leiter für jede Phase normalerweise in einem einzelnen Kabelkanal verlegt worden, sodass mehrere Kabelkanäle zur Ausrüstung laufen und jeder kleinere Leiter an einen Klemmenblock für die entsprechende Phase angeschlossen

wird. Stattdessen hätten die Elektriker die Speiseleitungen A und B in einem Kabelkanal, B und C in einem zweiten und C und A in einem dritten Kabelkanal verlegt. „Die Antriebe leiteten fast 42 A über den Schutzleiter ab, sodass sie bei Masseschlüssen und Überspannungen einen Schutzschalter auslösten“, sagte Vogel. „Da die Phasenleiter durch die Kabelkanäle verlegt waren und wegen der schieren Zahl der Leiter (sechzehn 500 MCM-Verlegungen), waren sie natürlich verborgen, und niemand hatte daran gedacht, an weiteren Stellen zu suchen.“

Leistungsfaktorprobleme

Vor Kurzem wurde Vogel gerufen, um ein Leistungsfaktorproblem in einem großen gewerblichen Gebäude zu lösen. „Dort standen mehrere, allerdings sehr alte 250-PS-Kühlermotoren. Bei hohen Umgebungstemperaturen wurden die Kühler aufgeladen, und ich konnte mit dem tragbaren Oszilloskop vom

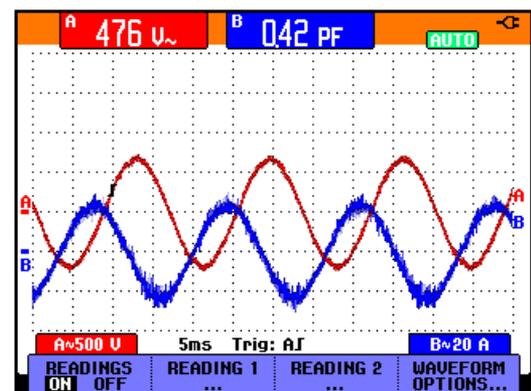


Abbildung 3a. Vergleichen Sie die Signalformausrichtung und den Leistungsfaktormesswert dieser beiden Beispiele.

Typ ScopeMeter feststellen, wie sich die Phasen immer mehr verschoben.“ (Siehe Abbildung 3a.)

Mit dem Sinken der Kühlwassertemperatur sank auch der Leistungsfaktor nominal von etwa 0,7, was akzeptabel wäre, auf etwa 0,32. „Einen so niedrigen Wert hatte ich bisher noch nicht gesehen.“ Mit dem etappenweisen Abschalten der Ausrüstung – Antriebe an den Kühltürmen, Antriebe an den Primärkreislaufpumpen und Antriebe am primären Kühlwassersystem – wurden die Phasen wieder synchron, und der Leistungsfaktor stieg erneut.

„Man sieht die Messwerte auf dem Messgerät, doch ist die Ursache für den sinkenden Leistungsfaktor erst nach einem Blick auf die Signalform selbst zu begreifen. Man sieht, wie das Feld zusammenbricht, wenn der Motor zum Stillstand kommt, und man sieht, wie die Strom- und Spannungsphasen wieder synchroner werden.“ (Siehe Abbildung 3b.)

„Selbst für mich ist es faszinierend zu sehen, wie der Leistungsfaktor wieder zunimmt und sich dem Wert von 1,0 nähert, und auch der Kunde kann das Problem eher verstehen. Vor allem aber kann er verstehen, wie es zu korrigieren ist.“

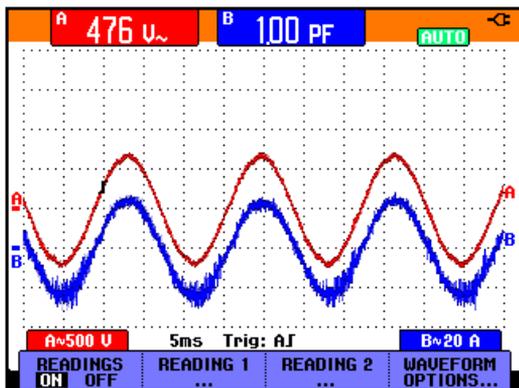


Abbildung 3b. Beispiel für einen hohen Leistungsfaktor.

Amortisationszeit

Eines von Vogels neuen Projekten ist die Installation von Blindleistungs-Kompensationskondensatoren in einem Motorschaltschrank am Standort eines Versorgungsunternehmens. Die Kompensationskondensatoren werden parallel zu den angeschlossenen Schaltkreisen installiert. Dabei geht es nicht nur um die Verbesserung des Leistungsfaktors, sondern auch darum, die Kosten im Rahmen zu halten.

Viele Stromversorger belegen Gebäudeeigentümer bei einem niedrigen Leistungsfaktor mit einem Bußgeld. (Ein Versorgungsunternehmen berechnet Gebäudeeigentümern z. B. 0,14 Dollar pro kVAR-Stunde, wenn der Leistungsfaktor unter 0,97 fällt.)

„Nach unseren Berechnungen schlägt der Einbau der Kondensatoren bei einer zusätzlichen Kapazität von 65 KVAR mit etwa 200.000 Dollar zu Buche. Der Kunde betreibt zwei 800-Tonnen-Maschinen, die zu Spitzenzeiten im Sommer hier in Florida bei 32 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 90 % voll ausgelastet sind.“

Die Klimaanlage des Kunden laufe im Grunde genommen zu 100 % elektrisch, jedoch nicht mechanisch, sagt Vogel und fügt hinzu, dass die Stromrechnung des Kunden zwischen 50.000 bis 60.000 Dollar pro Monat schwanke. „Wir haben festgestellt, dass der Stromverbrauch des Kunden um fast ein Drittel sinkt, wenn wir den Leistungsfaktor in diesem Bereich auf 0,85 erhöhen können. Berücksichtigt man den hohen Stromverbrauch dieses

Versorgungsunternehmens, ergibt sich durch die Korrektur ein Amortisationszeitraum von weniger als einem Jahr. Und man könnte zusätzliche Kapazität ohne Arbeiten am mechanischen System erreichen!“

Das Problem, sagt er, konnte mit dem tragbaren Oszilloskop vom Typ ScopeMeter erkannt werden. „Wir legten dem Kunden die Werte vor und sagten: ‚Wenn wir diese Motoren nacheinander abschalten, steigt der Leistungsfaktor wieder.‘ Zuerst maßen wir das Signal am Motorschaltschrank und dann am Hauptnetzschaltfeld. Die gleiche Funktion richteten wir an der Kälteanlage ein, und wir konnten sehen, wie sich der Leistungsfaktor verbesserte.“

Heute, so Vogel, verstehe der Kunde die Art des Problems, und fügt hinzu, dass er den Kunden auf eine Website hingewiesen habe, auf der dieser seine eigenen Energieeinsparungen durch eine Verbesserung des Leistungsfaktors berechnen konnte. „Dann beobachteten wir im Anschluss an die Umrüstung im Bereich zusammen mit dem Kunden die Abnahme des Stroms, und nicht nur das, der Kunde bemerkte natürlich auch die sofortige Abnahme des Energieverbrauchs. Hier unten kann man zwar die Hitze nicht besiegen, man kann sie aber ein wenig erträglicher machen.“

„Sie werden lachen, aber von Beruf bin ich Rohrschlosser“, sagt Vogel, „und hier befasse ich mich mit schwierigen Problemen bei der elektrischen Fehlersuche. Das tragbare Oszilloskop vom Typ ScopeMeter hat meinem Beruf eine ganz neue Richtung gegeben.“

Fluke. Die vertrauenswürdigen Werkzeuge der Welt.

Fluke Deutschland GmbH

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 FO1
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

© Copyright 2013 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen vorbehalten.

Pub_ID: 11784-ger

Dieses Dokument darf nur mit schriftlicher Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.

Was versteht man unter Leistungsfaktor?

Der Leistungsfaktor eines Wechselstromsystems ist definiert als Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung und ist eine Zahl zwischen 0 und 1.

Die Wirkleistung ist die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Stromkreis für Umwandlungen zur Verfügung stehende elektrische Leistung. Die Scheinleistung ist das Produkt von Stromstärke und Spannung im Stromkreis.

Da die Last zeitweilig Energie speichert und später wieder an die Quelle abgibt oder da nichtlineare Lasten die Signalform des der Quelle entnommenen elektrischen Stroms verzerren können, ist die Scheinleistung unter Umständen größer als die Wirkleistung.

Lasten mit niedrigem Leistungsfaktor erhöhen Verluste in einem Energieverteilungssystem und führen zu erhöhten Energiekosten.