

Ein Messinstrument mit getrennten Eingängen

Diagnose und Fehlersuche mit Oszilloskopen mit galvanisch vollkommen getrennten Eingängen

Oszilloskope gelten nicht bei allen Ingenieuren der Elektro- und Elektronikindustrie als die geeigneten Diagnoseinstrumente. Ein Grund sind galvanisch nicht getrennte Eingänge. In diesen Artikel werden Oszilloskope vorgestellt, die dieses Manko nicht haben und sich nach dem Urteil des Autors für eine Vielzahl von Anwendungen eignen – von Service-Arbeiten vor Ort und System-Integration bis hin zur Systementwicklung.

In allen modernen elektrischen Stromversorgungssystemen sind Regelungs- und Stromversorgungsbereiche voneinander getrennt. Die auf Mikrocontrollern basierenden Regelschaltungen werden zum Beispiel meist mit einem Spannungspegel von 3 V oder 5 V betrieben, während die Stromversorgungselektronik durchaus mit 380 V angesteuert werden kann. Eventuell verfügen diese Systeme über einen oder mehrere potentialfreie Bereiche, so dass man noch nicht einmal davon ausgehen kann, dass ihre Masse auf dem gleichen Spannungspegel liegt. In diesem Fall können Messungen kompliziert werden. Die Messpunkte müssen bei derartigen Systemen sehr sorgfältig ausgewählt werden, da die Potentialunterschiede sehr wohl mehrere Hundert Volt betragen können. Aus diesem Grund werden Diagnosemessungen, die sowohl Regel- als auch Stromversorgungsschaltungen betreffen, oft in zwei Schritten durchgeführt, wobei die Hochspannungs- und die Niederspannungsmessungen vollkommen getrennt gehalten werden, um das Risiko von Sach- und Personenschäden aufgrund von hohen Spannungen auszuschließen. Der Nachteil besteht darin, dass die

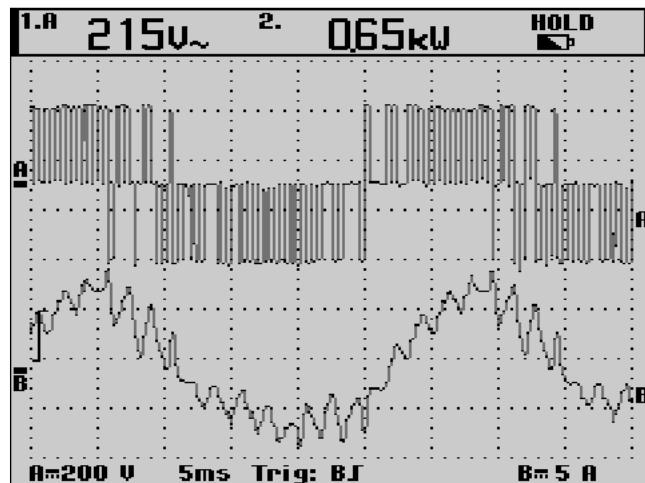


Abb. 1: Strom- und Spannungssignale des pulsbreitenmodulierten Wechselrichters an den Motoranschlüssen

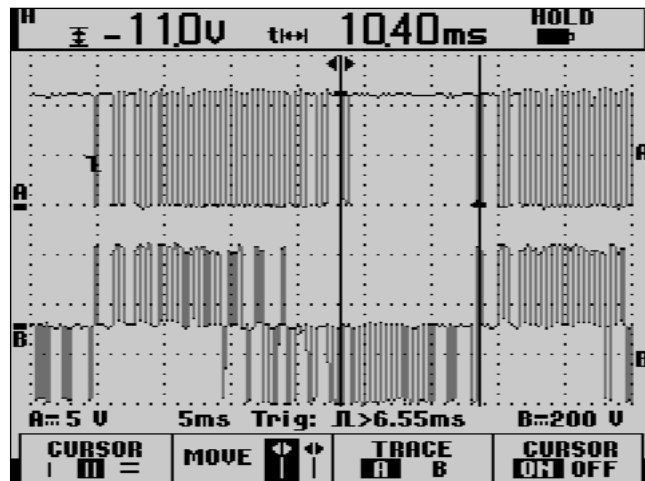


Abb. 2: Zusammenhang zwischen dem Zünden der IGBTs in einer Motor-Ansteuerungsschaltung und den Triggerimpulsen von der Regelschaltung

Messungen nicht gleichzeitig durchgeführt werden können. Das bedeutet, dass die Messergebnisse für die Fehlersuche zueinander in Beziehung gesetzt werden müssen. Dieses Problem kann bis zu einem gewissen Grad überwunden werden, wenn man zwei getrennte Messinstrumente benutzt, die gleichzeitig abgelesen werden. Das Analysieren der zeitlichen Zusammenhänge bleibt jedoch mühsam.

Eine bessere Lösung besteht in der Verwendung eines einzelnen Messinstruments mit getrennten Eingängen. Die „ScopeMeter Serie 190“ von Fluke vereint ein Zweikanal-Oszilloskop mit getrennten Eingängen mit einem Multimeter und einem Bauelement-Tester.

Galvanisch getrennte Eingänge

Im Gegensatz zu normalen Zweikanal-Oszilloskopen, bei denen die Eingänge mit einer gemeinsamen Masse verbunden sind, sind die Eingänge des ScopeMeters 190 vollständig voneinander getrennt, so dass sie gefahrlos mit Signalen mit sehr unterschiedlichen Spannungspegeln verbunden werden können. Die Isolierung beträgt tatsächlich bis zu 1000 V nach Kategorie II und bis zu 600 V nach Kategorie III. Hierbei handelt es sich um die EN 61010 vorgegebenen Sicherheitswerte für Messinstrumente, die sowohl die maximal zulässige Spannung für das Instrument angeben als auch die sogenannte Überspan-

► Autor

WIM NEDERHOFF ist Product Marketing Manager und Senior Product Specialist für Oszilloskope und ScopeMeter bei Fluke Europe B.V. NL-Almelo.
Fluke Deutschland GmbH;
Heinrich-Hertz-Straße 11, D-34123 Kassel
Fon: 0561/9594-0, Fax: 0561/9594-111
e-Mail: info@de.fluke.nl

nungskategorie, die die Messumgebung definiert, in der das Instrument eingesetzt wird – wobei Kategorie III anspruchsvoller ist als Kategorie II.

Die ScopeMeter-Eingänge sind auch bei einer schwebenden Spannung (maximale Spannung zwischen Erde und einem Anschluss) bis zu 1000 V nach Kategorie II und bis zu 600 V nach Kategorie III spezifiziert. Angesichts dieser Angaben kann das ScopeMeter 190 als ein sicheres Instrument für professionelle und industrielle Anwendungen betrachtet werden.

Das ScopeMeter 190 unterscheidet sich damit erheblich von anderen Oszilloskopen, von denen nur sehr wenige zwei getrennte Eingänge aufweisen. Und selbst bei diesen ist die Isolierung sehr beschränkt – sie beträgt nicht mehr als 30 V und kann mit zusätzlichen Tastköpfen auf 300 V erweitert werden. Bei diesen niedrigen Isolierungspegeln ist es fraglich, ob diese Instrumente für alle industriellen Umgebungen mit Netzstromversorgung geeignet sind, wo Spannungsdifferenzen von 300 bis 400 V nicht unüblich sind. Darüber hinaus bedeutet die Schwebespannungs-Spezifikation des ScopeMeters, dass das Instrument sicherer ist als normale Tischoszilloskope, die oft (illegal) ungeerdet betrieben werden, um ihre Eingänge potentialfrei zu machen, wodurch die Verletzungsgefahr bis hin zu tödlichen Elektroschocks erheblich ansteigt.

Mit einem ScopeMeter 190 kann sich der Techniker auch auf unbekanntem Territorium absolut sicher bewegen, wenn die normalen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Die beiden Eingänge können sogar umgekehrt über die volle Spannung angeschlossen werden, ohne dass das Instrument oder andere Schaltungen beschädigt werden.

Zusätzlich zum Sicherheitsaspekt eignet sich die hohe Abtastrate des ScopeMeters von bis zu 2,5 GS/s ideal für die Messung von HF-Eingangs- und -Ausgangssignalen. Die vollautomatische Triggerung Connect-and-View™ sorgt automatisch für die Einstellung der passenden Triggerparameter für alle Signale –

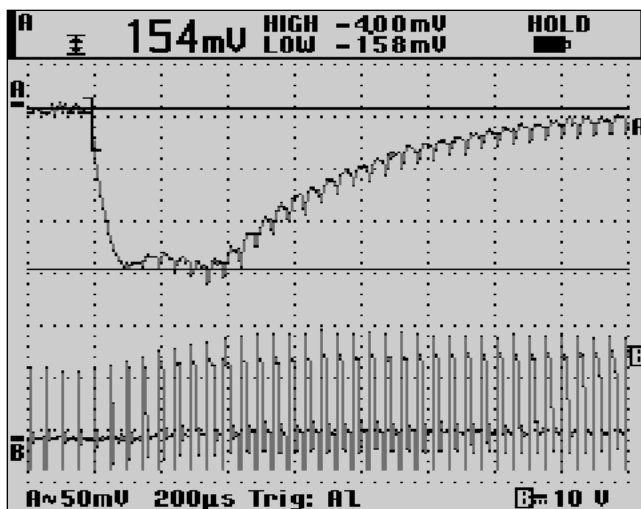


Abb. 4:
Durch gleichzeitiges Messen des Ausgangssignals vom Schaltnetzteil und der hochfrequenten Impulse vom Wechselrichter kann die Reaktionsgeschwindigkeit der Rückkopplungsschaltung beurteilt werden

auch für Motoransteuerungs- und Regelsignale. Damit ergibt sich eine unter allen Umständen stabile Signal darstellung.

Fehlersuche an Ansteuerungsschaltungen für Wechselstrommotoren

Eine der häufigsten Formen von Ansteuerungsschaltungen für Wechselstrommotoren ist der pulsweitenmodulierte Wechselrichter, in dem Halbleiterschalter wie ‚Triacs‘ oder heutzutage auch öfter IGBTs (Isolierschicht-Bipolartransistoren) durch eine mikroprozessor-basierende Regelschaltung getriggert werden, um ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal mit konstanter Spannung zur Ansteuerung des Motors zu liefern.

Das Ausgangssignal besteht in der Tat aus einer Reihe von positiven und negativen Impulsen von konstanter Größe und unterschiedlicher Breite, um unterschiedliche Effektivspannungspegel zu liefern. Je breiter der Impuls ist, desto höher ist die Effektivspannung. Wenn also die Schalter so getriggert werden, dass sie am Anfang und am Ende eines Zyklus schmale Impulse erzeugen und in der Mitte des Zyklus breite Impulse, gleicht

sich die Effektivspannung einer Sinuswelle an. Obwohl das Ausgangssignal sehr verzerrt aussieht, wird das Signal durch die große Induktivität des Motors geglättet, so dass sich – soweit dies den Motor betrifft – eine recht gute Darstellung des Sinussignals ergibt.

Eine häufige Ursache für Ausfälle bei Dreiphasen-Induktionsmotoren ist der einphasige Betrieb, bei dem eine der dem Motor zugeführten Phasen Spannungen vollkommen verloren geht. Wenn dies geschieht, führen die beiden anderen Phasenwicklungen mehr Strom – dadurch kommt es zu einem Temperaturanstieg und eventuell zu einem frühzeitigen Ausfall des Motors. Der einphasige Betrieb ist nicht immer leicht zu erkennen – höchstens an einem Temperaturanstieg und einem Drehmomentverlust und geringerer Laufruhe; der Motor scheint fast normal zu laufen. Selbst ‚normale‘ Messungen helfen nicht weiter, denn wenn Spannungsmessungen an den Motoranschlüssen durchgeführt werden, sind die gemessenen Spannungswerte fast normal. Denn die rotierenden Wicklungen fungieren als Generator und induzieren also Spannung in die offene Wicklung. Um die offene Phase an der Abwesenheit des Stromflusses zu erkennen, eignen sich Strommessungen an allen Phasen.

Sobald der Zustand erkannt ist, muss die Ursache behoben werden, die im Motor selbst oder in der Ansteuerungsschaltung liegen kann. Um dies zu prüfen, muss das Zünden der IGBTs kontrolliert und mit den Ausgangsimpulsen vom Mikrocontroller verglichen werden. Hier kommen die getrennten Eingänge des ScopeMeters ins Spiel. Ein direkter Vergleich dieser beiden Signale auf dem gleichen Display wäre mit einem normalen Zweikanal-Oszilloskop aufgrund der sehr unterschiedlichen Spannungspegel nicht möglich. Wie in Abb. 2 zu sehen, ist Eingang A so eingestellt, dass er das Ausgangssignal der IGBTs in der Stromversorgungsschaltung auf einem Span-

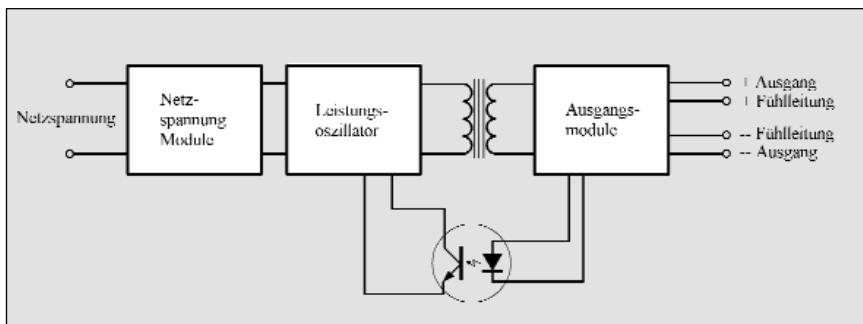


Abb. 3: Schnelle Reaktion auf Laständerungen ist ein wesentliches Leistungsmerkmal von modernen Schaltnetzteilen

nungspegel von 400 V misst, während Eingang B so eingestellt ist, dass er auf die 5-V-Ausgangsimpulse von der Regelschaltung triggert. Das Display zeigt deutlich den zeitlichen Zusammenhang der beiden Signale, der in diesem Fall zumindest darauf hinweist, dass die IGBTs korrekt zünden.

Fehlersuche an Schaltnetzteilen

Im Gegensatz zu Ansteuerungsschaltungen für Wechselstrommotoren, die auf der variierenden Frequenz zur Regelung der Motordrehzahl beruhen, arbeitet ein Schaltnetzteil mit einer festen Frequenz. Ein weiteres entscheidendes Leistungskriterium des Schaltnetzteils ist seine Stabilität bei sich ändernden Lasten – wenn sich die Last ändert, muss das Netzteil in der Lage sein, über eine Rückkopplungsschleife schnell zu reagieren, um eine Ausgangsspannung mit minimalen Unterschhoots und Overshoots wiederherzustellen. Eine mangelhafte Leistung in dieser Hinsicht kann einen Systemausfall zur Folge haben.

Der Ausgang des Schaltnetzteils ist durch den Transformator im HF-Wechselrichter-Schaltkreis von dem gleichgerichteten Hochspannungseingang getrennt. Um die Reakti-

onsgeschwindigkeit der Rückkopplungs- und Regelschaltungen zu messen, kann Eingang A des ScopeMeters 190 so eingestellt werden, dass die Schwankung der Ausgangsspannung bei sich ändernder Last gemessen wird. Hiermit kann das Oszilloskop auch getriggert werden, während Eingang B gleichzeitig so eingestellt wird, dass die hochfrequenten Impulse angezeigt werden, die den Halbleiterschalter im Wechselrichter aktivieren.

Durch Beobachten der Zeitverzögerung zwischen den beiden Signalen auf dem Oszilloskop kann die Reaktionsgeschwindigkeit des Rückkopplungsnetzwerks auf einfache Weise beurteilt werden, und bei Bedarf können Korrekturmaßnahmen ergriffen werden, um die Schaltung schneller zu machen.

Messen des Leistungsfaktors in industriellen Systemen

Mit einer Stromzange kann das ScopeMeter 190 die Wirk-, Schein- und Blindleistung eines Systems messen. Es kann so eingestellt werden, dass der Leistungsfaktor direkt gemessen wird. Das bedeutet, dass die Leistungskonfiguration einer industriellen Stromversorgung in einer Fabrik zum Beispiel leicht überprüft werden kann, um festzustel-

len, ob das Gesamtsystem um zusätzliche Maschinen erweitert werden kann. Eine Reihe von schnell durchgeführten Messungen sagt dem Systementwickler sofort, ob der Leistungsfaktor durch die geplanten Erweiterungen unter den von den Versorgungsbetrieben angegebenen Wert sinkt.

Dies ist ein typisches Beispiel für eine Anwendung, bei der Oszilloskope früher aufgrund der Gefahr bei einer versehentlichen Verbindung über die Phasen nicht gerade zu den bevorzugten Instrumenten zählten. Wenn das Instrument ohne geeignete Erdung benutzt wird, wird die Sicherung bei Irrtümern dieser Art nicht ausgelöst, und das Gehäuse wird stromführend, so dass Verletzungsgefahr besteht. **TEST**

Literatur

- [1] Geregelte elektrische Antriebe für die Fertigungsautomation / Siegfried Jordan / Die Bibliothek der Technik, Band 42 / Verlag Moderne Industrie / ISBN 3-478-93063-4
- [2] Fluke Application Note, Measurement of Adjustable Speed Drives with Fluke Meters / Fluke Corporation

www.publish-industry.net
 more @ click TK3C0601

LESERTIPP

**Sie möchten sich an der kommenden Jahress Ausgabe 2004
 des TEST KOMPENDIUMs
 mit einem Praxisbeitrag beteiligen?**

Rufen Sie uns an: +49/89/500 383-0!

Wir freuen uns auf Ihren Beitragsvorschlag

und senden Ihnen gerne die Call-for-Papers Formulare zu!

Messen • Prüfen • Verifizieren

publish industry
 TECHNIK KOMMUNIZIEREN

Gollierstraße 23 · D-80339 München · Fon. +49/89/500383-0 · Fax. +49/89/500383-10 · info@publish-industry.net · www.publish-industry.net