

Application Note DK9221-1109-0007

Messtechnik

Keywords

Energiemessung
Leistungsfaktor
Energieanalyse
EtherCAT-Klemme
Busklemme
KL3403
EL3403

Energieeffizienz-Betrachtung einer Anlage durch Energiemessung

Dieses Application Example erklärt wie energetische Verbrauchsgrößen mit I/O-Komponenten erfasst werden können. Mit der Busklemme KL3403 und der EtherCAT-Klemme EL3403 ist das Messen von energetischen Verbrauchsgrößen im angeschlossenen Stromkreis möglich: Die Klemmen geben direkt die Effektiv-Werte für Spannung, Strom und Wirkleistung aus, summieren intern den Energieverbrauch und auf Basis der ermittelten Werte können die weiteren Kenngrößen berechnet werden.

Ansatz

Die Energiekosten gehören zu den Betriebskosten einer Anlage und werden als Gemeinkosten zu pauschalen Anteilen über alle Kostenstellen abgerechnet, da sie sich keinem konkreten Verursacher zuordnen lassen. Um zur Profitsteigerung eine Energiekostenreduktion zu erzielen, müssen in erster Linie die Kosten einem bestimmten Verbraucher zugeordnet werden. Das können in gleicher Weise gesamte Anlagen oder Gebäude wie auch einzelne Segmente sein. Wenn der Verbrauch zugeordnet werden kann, ist eine Optimierung der Betriebsbedingungen einfacher umzusetzen und im Zweifel deren Nutzen auch nachzuweisen. Durch ein transparentes Versorgungsnetz können Einsparpotentiale konkret umgesetzt und der Erfolg einzelner Maßnahmen auch langfristig betrachtet werden. Weiterhin kann der finanzielle Aufwand zur Erzeugung einer bestimmten Stückzahl in die Kostenkalkulation aufgenommen werden, da hierdurch der Energiedurchsatz pro Produktionscharge bestimmt werden kann.

Application Note DK9221-1109-0007

Messtechnik

In der Regel werden folgende Ansatzpunkte für eine Reduktion der Energiekosten beachtet:

- Stromkosten reduzieren: insgesamt bezogene Wirkenergie, Blindleistungskosten sowie Kosten für Spitzenlasten
- Fertigungsprozesse stabilisieren und Produktionsausfälle vermeiden
- „Energiefresser“ identifizieren
- Wartungskosten senken
- Lebensdauer von elektronischen und elektrischen Geräten verlängern
- Kostenstellenerfassung und -zuordnung

Sowohl die EtherCAT-Klemme EL3403 als auch die Busklemme KL3403 stellen die Hardware zur Analyse und Lokalisierung des Energieverbrauchs bereit. Sie zeichnen neben den wichtigen Daten eines dreiphasigen Versorgungsnetzes auch auftretende Energiespitzen über einen wählbaren Zeitraum auf und summieren intern den Energieverbrauch, sodass unterschiedliche Betriebsmodi oder verlagerte Hauptnutzungszeiten bereits nach einem Produktionszyklus beurteilt werden können. Neben einer allgemeinen Energieeffizienzbetrachtung kann auch die verwendete Energiemenge zur Produktion einer bestimmten Losgröße bestimmt werden, um den Stückpreis entsprechend anzugleichen oder die Fertigungskosten zu optimieren.

Funktion der Busklemme KL3403

Die Busklemme KL3403 ermöglicht über den Feldbus eine Analyse des Energieverbrauchs des angeschlossenen Anlagen- oder Gebäudesegments oder ganz gezielt die energetischen Eckdaten einzelner Verbraucher. Die Spannung der drei Phasen und N kann durch direktes Verdrahten der einzelnen Leitungen an die Klemme gemessen werden. Für eine Strommessung wird der Strom der drei Phasen L1, L2 und L3 über einfache Stromwandler eingespeist. Die gemessenen Strom- und Spannungswerte werden als Effektivwerte ausgegeben. Aus den Effektivwerten für Spannungen (U) und Ströme (I) berechnet die KL3403 für jede Phase die Wirkleistung (P), den Energieverbrauch (W) und den Leistungsfaktor ($\cos \varphi$). Aus diesen Werten können die Scheinleistung (S) und der Phasenverschiebungswinkel (φ) abgeleitet werden.

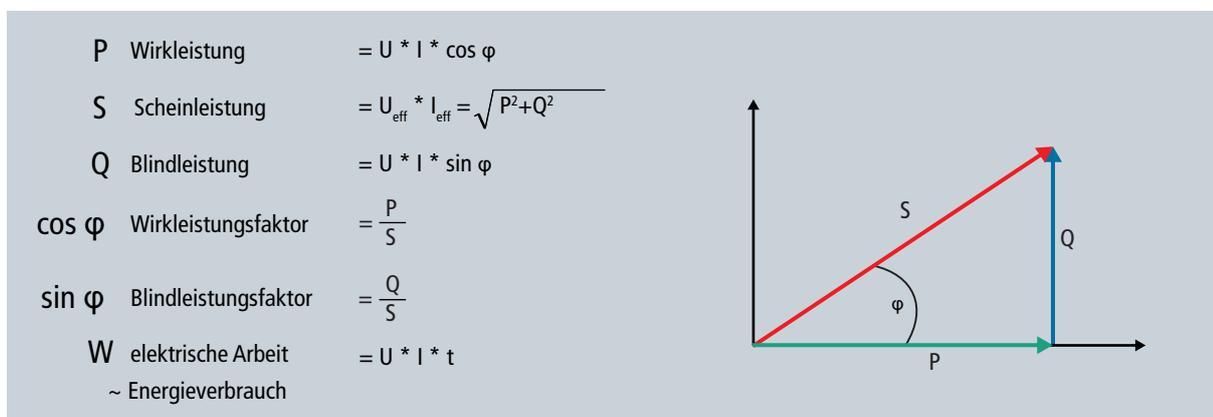


Abb. 1 Berechnung der wichtigen energetischen Verbrauchsgrößen

Application Note DK9221-1109-0007

Messtechnik

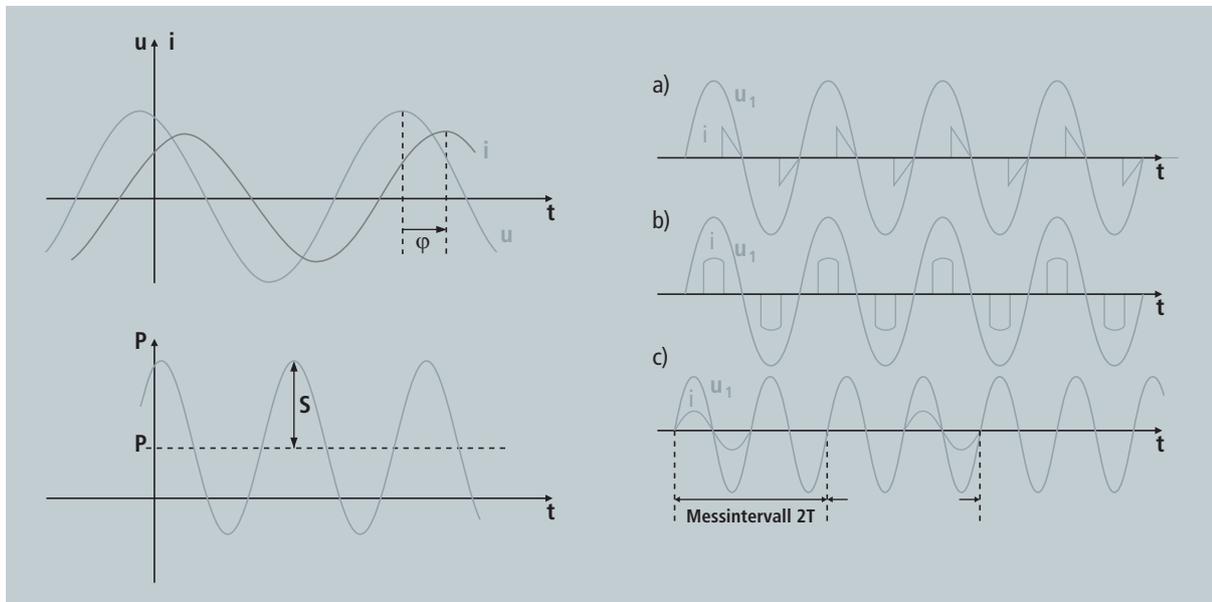


Abb. 2 links: Typischer Strom-Spannungsverlauf, rechts: Messbare Stromarten

Mit der KL3403 sind folgende Stromarten messbar: Strom- und Spannungsverlauf bei Phasenanschnittsteuerung (a), Pulsbreitensteuerung (b) und Schwingungspaketsteuerung (c), dabei wird das Messintervall analog zum Steuerungsintervall eingestellt.

Integration der Busklemme KL3403

Die interne Vorverarbeitung der KL3403 stellt Effektivwerte im Prozessabbild zur Verfügung, ohne dafür hohe Rechenleistung auf der Steuerung vorauszusetzen. Die Klemme gibt die Messdaten im 3x3-Byte-Block heraus, also für jede Phase drei Bytes. Zwei Bytes pro Phase sind reine Prozessdaten, während ein Byte die unterschiedlichen Statusbits übermittelt. Im 15-Minuten-Takt wird die gemessene Gesamtenergieleistung in den nichtflüchtigen internen Speicher der Klemme geschrieben, sodass diese Daten auch nach Spannungsabfall vorhanden sind. Die aufgenommenen Messwerte werden über einen beliebigen Feldbus (Integration der Klemme durch Buskoppler) an die Steuerung übermittelt und stehen dem übergeordneten Leitsystem (BDE, ERP o. Ä.) für eine kontinuierliche Energieüberwachung zur Verfügung. Um eine schnelle, kostenoptimierte und zuverlässige Kommunikation der Energiedaten zu erlangen, kann die Klemme über unterschiedliche Buskoppler an vorhandene Netzwerk-Architekturen angebunden werden.

Application Note DK9221-1109-0007

Messtechnik

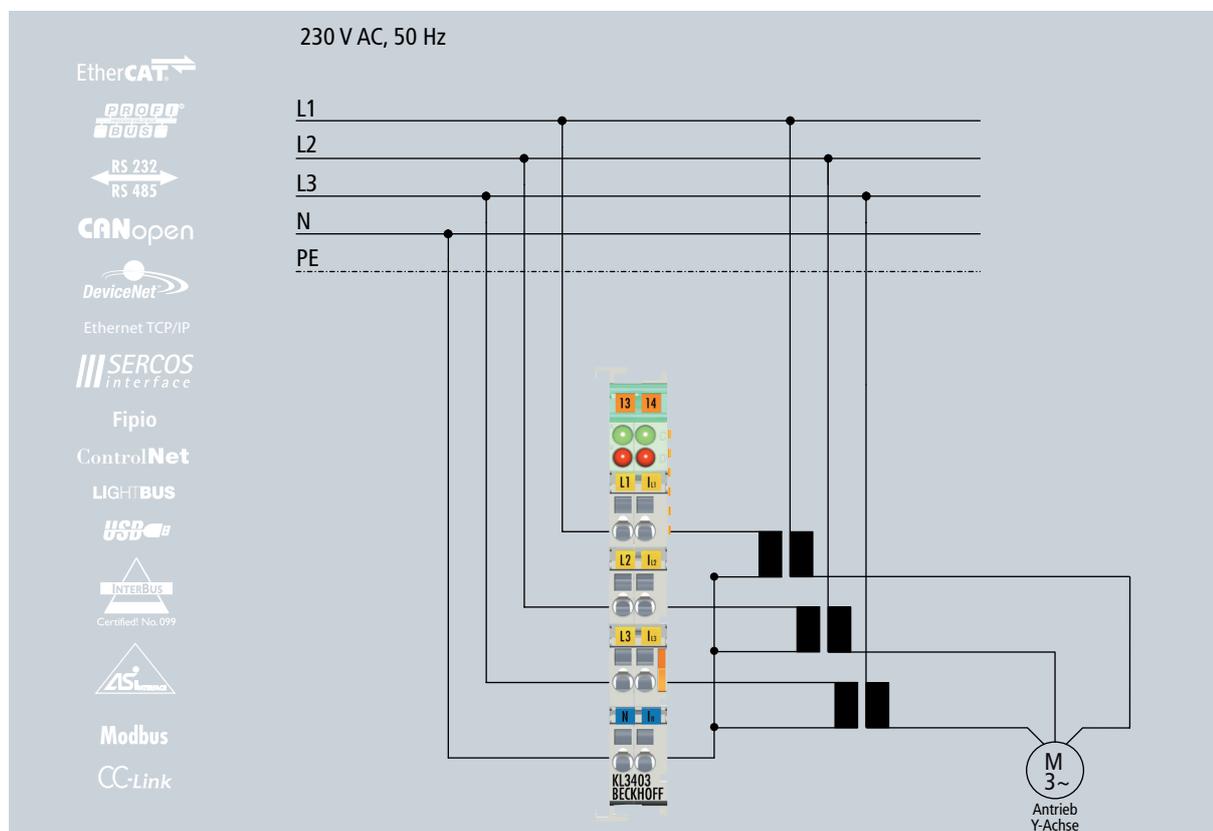


Abb. 3 Integration in jede Feldbus-Umgebung als Busklemme oder EtherCAT-Klemme

Unterschied EL3403 zu KL3403

Die EtherCAT-Klemme EL3403 hat prinzipiell den gleichen Funktionsumfang wie die Busklemme KL3403, ist jedoch für Messungen im 50/60-Hz-Netz optimiert. Markante Unterschiede sind hier kurz aufgeführt, weitergehende Informationen und spezifische Details zu den jeweiligen Klemmen können der Dokumentation unter www.beckhoff.de entnommen werden.

EtherCAT-Klemmen werden über EtherCAT-Koppler integriert, Busklemmen über Buskoppler.

Anders als bei der KL3403 wird bei der EL3403 auch der Wert für Blindleistung klemmenintern berechnet. Der Energieverbrauch wird vorzeichengetrennt summiert, da für Entnahme und Einspeisung oft unterschiedliche Tarife gelten.

Im Gegensatz zur KL3403 bietet die EL3403 eine deutlich höhere Auflösung der Messwerte. Mit der Standard-Variante der KL3403 wird eine Auflösung des Messwerts von 1 mA erzielt, während die EL3403 eine Auflösung bis zu 1 μ A ermöglicht. Beide Werte sind mit 0,5 % des Messbereichsendwerts toleranzbehaftet (Details und weitere Varianten der Klemmen siehe Dokumentation). Die EL3403 nutzt EtherCAT als Übertragungsmedium mit einer hohen Datenübertragungsrate, mit der es je nach Bedarf möglich ist, alle wesentlichen Messwerte parallel auszulesen.

Der Messbereich der EL3403 für Frequenzmessungen ist zwar schmaler aber wesentlich genauer. Die KL3403 kann jedoch auch für Messungen im Gleichstrom-Bereich eingesetzt werden. Auch die Messzykluszeit ist bei der EL3403 auf das 50/60Hz-Netz optimiert, indem sich der Messbereich automatisch auf eine Periode der Netzfrequenz einrastet. Es kann auch ein Vielfaches der Periode gewählt werden.

Application Note DK9221-1109-0007

Messtechnik

Tiefere Details zu Technik und Konfiguration sind der Dokumentation zu entnehmen. Auf Anfrage stehen auch Programmbeispiele für den Einsatz der KL3403 in Kombination mit anderen Steuerungen zur Verfügung.

- 3-Phasen-Leistungsmessklemme www.beckhoff.de/KL3403
- 3-Phasen-Leistungsmessklemme EtherCAT www.beckhoff.de/EL3403
- Busklemmen www.beckhoff.de/Busklemmen
- EtherCAT-Klemmen www.beckhoff.de/EtherCAT-Klemmen
- Dokumentationen www.beckhoff.de/documentations

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, November 2009

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.