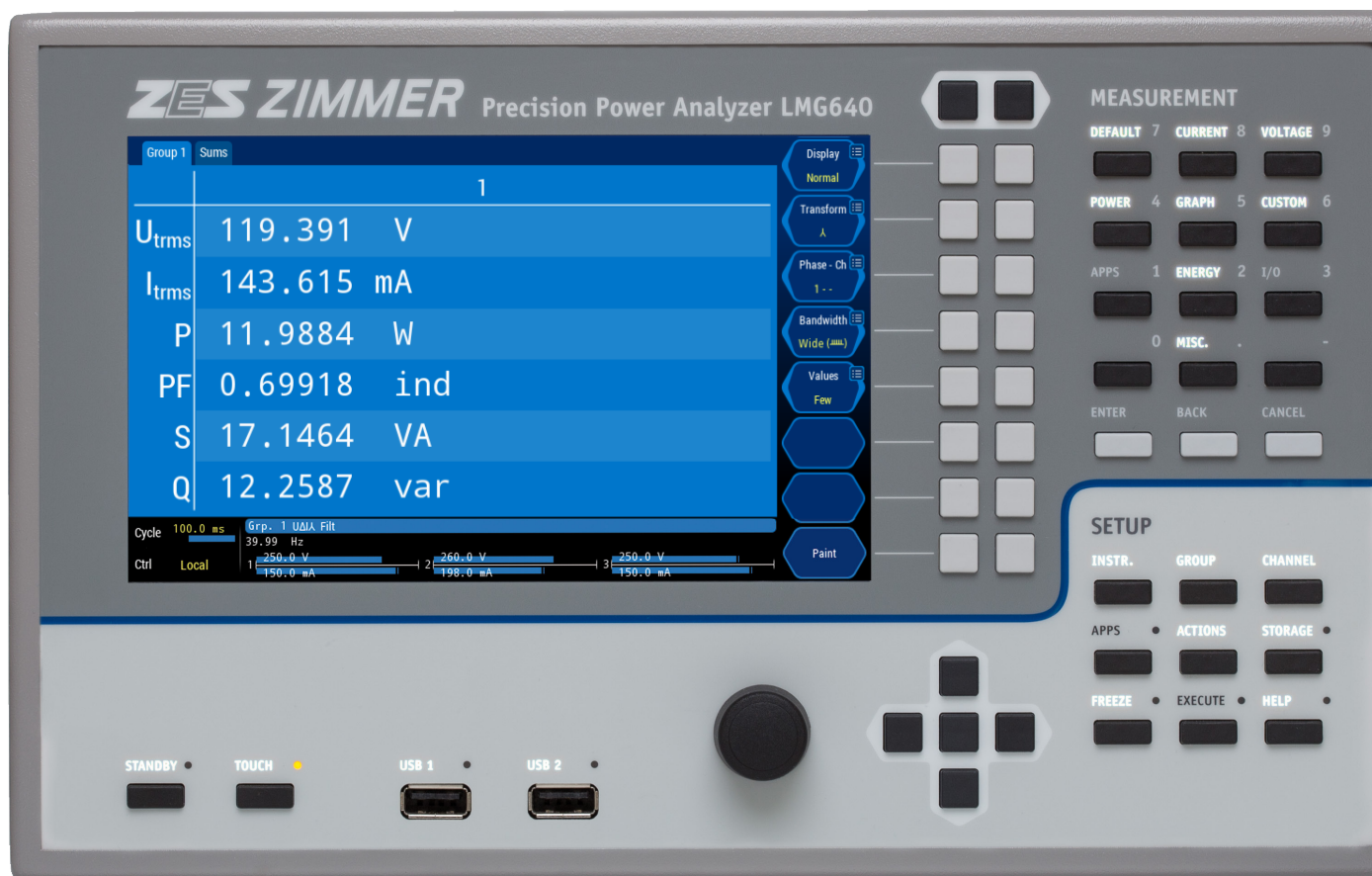


LMG640

Präzisions-Leistungsmessgerät



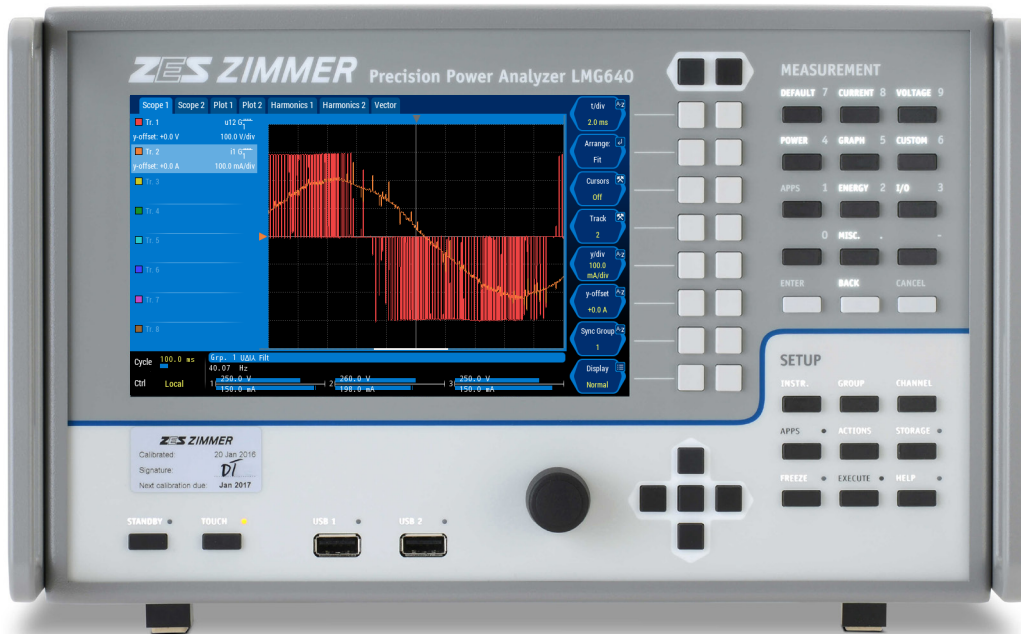
[Leistungsmessung]² mit



Simultan in zwei Bandbreiten

Schmalband-, Breitbandeffektivwerte und Harmonische in einer einzigen Messung

LMG640 - leistungstark, komfortabel, flexibel



Funktionen

GUI

Speicher & Peripherie

Harmonische

- Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis zur 2.000. Ordnung, normgemäß nach EN61000-4-7

Prozess-Signale

- (optional) Drehzahl-/Drehmomentsensoreingänge auf alle Signalarten frei konfigurierbar (analog, Frequenz als RS422, TTL oder HTL)

Skripteditor

- Flexibles Scripting-Tool für Spezialanwendungen
- Alle abgeleiteten Größen komfortabel im Leistungsmessgerät berechnen

Simultanmessung

- Gleichzeitige Messung von I-, U- und P-Größen und den Harmonischen
- Darstellung in tabellarischer oder grafischer Form

Flexible Filter

- Signalfilter nach Frequenz, Typ und Charakteristik frei einstellbar

Plug 'n' Measure

- Angeschlossene Stromwandler werden automatisch konfiguriert und versorgt
- Komfortable Inbetriebnahme ohne Risiko der Fehlkonfiguration

Synchronisation

- Auf bis zu 4 verschiedene Frequenzen gleichzeitig synchronisieren

Flickermessung

- Wechselwirkungen zwischen Netz und Verbrauchern nach EN61000-4-15

Abtastwerte

- Hochaufgelöste Abtastwerte und Harmonische direkt über die Schnittstellen abrufbar

Stern-Dreieck

- Umrechnung von Außenleiter- in Phasenspannungen und Bestimmung der Wirkleistung

Touchscreen

- Übersichtliches Farbdisplay mit bis zu 800x480 Pixeln, rascher Zugang zu allen Menüpunkten
- DVI/VGA-Ausgang für externen Monitor oder Beamer

Fernbedienung

- Durchgängige Darstellung aller Gerätefunktionen, Remotebetrieb und Datenvisualisierung
- Durch einheitliche GUI kein Umdenken mehr erforderlich

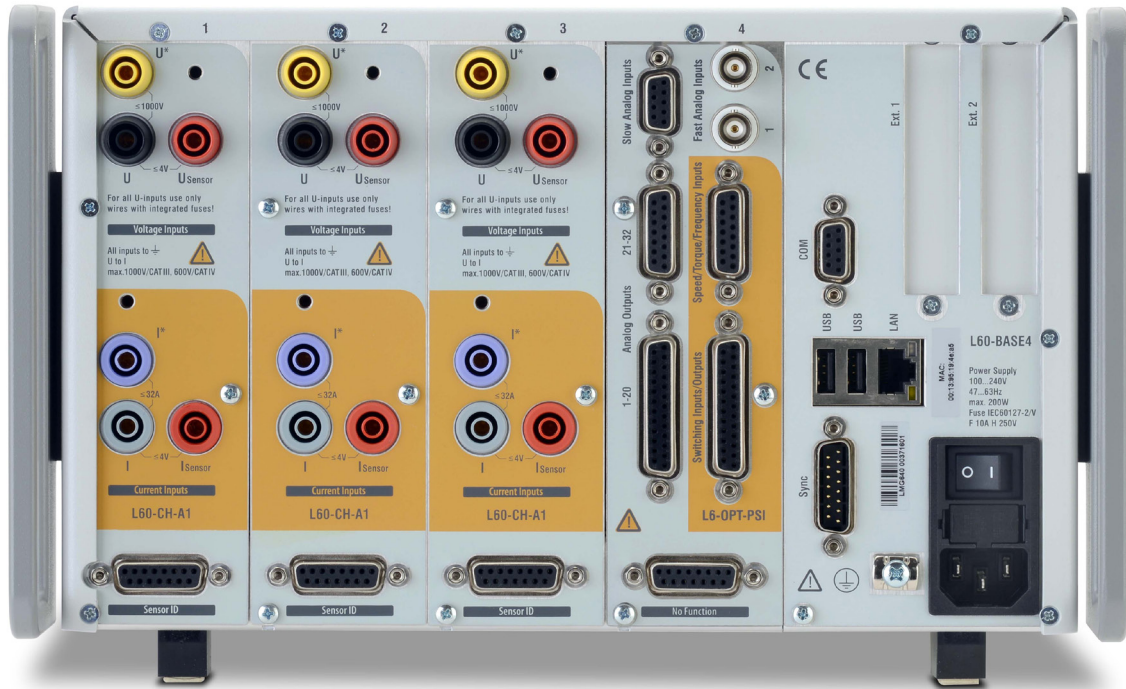
Speicher

- Geräteinterne Speicherung selbst bei sehr langen Messungen mit kürzester Zykluszeit dank umfangreichem internem Massenspeicher

Schnittstellen

- Ausgezeichnete Konnektivität durch USB2.0, Gigabit-Ethernet, RS-232, DVI/VGA und CAN

Modular mit bis zu vier Leistungsmesskanälen



Messkanäle

Sonstiges

DualPath

- Schmalband-, Breitbandeffektivwerte und Harmonische mit einer einzigen Messung, gleichzeitig und aliasing-frei

Abtastrate

- Hohe Abtastrate von bis zu 1,2 MS/s

Auflösung

- Generierung von Effektivwerten mit einer minimalen Zykluszeit von 10 ms

Präzision

- Extrem hohe Messgenauigkeit von 0,015 % des Messwerts + 0,01 % des Messbereichsendwertes

Dynamik

- Volle Messdynamik durchgängig von 500 μ A bis 32 A und 3 mV bis 1000 V jederzeit verfügbar
- Leistungsmessung von Standby bis Vollast (max. 32 A) ohne mechanischen Wechsel möglich

Bandbreite

- Analogbandbreite von DC bis zu 10 MHz
- Analyse der Oberschwingungen bis zur 1000. Harmonischen in der GUI, bis zur 2000. per Interface

Flexibilität

- Konfiguration mit 1 bis 4 Leistungsmesskanälen (alternativ 3 Kanäle und Prozess-Signal-Schnittstelle)
- Nachrüstung von Kanälen möglich

Kontinuität

- Lückenlose Messung bei 18 bit A/D-Wandler-Auflösung und einer Zykluszeit von 10 ms
- Keine Fehlstellen in der Messwertaufzeichnung und vollständige Abbildung aller relevanten Ereignisse

U-I-Synchronität

- Laufzeitdifferenz zwischen Strom- und Spannungseingang $< 3 \text{ ns} \pm 0,06 \text{ m}^\circ = 0,2''$ bei 50 Hz
- Sehr genaue Messungen bei kleinem Leistungsfaktor (PF) und/oder hohen Frequenzen

Störfestigkeit

- Zuverlässig auch im elektromagnetisch schwierigen Umfeld

A/B/C-Kanäle

- Für jede Aufgabenstellung der passende Kanaltyp

A-Kanal: 0,025 % Genauigkeit, bis 10 MHz
 B-Kanal: 0,07 % Genauigkeit, bis 500 kHz
 C-Kanal: 0,04 % Genauigkeit, bis 10 kHz

Erdkapazität

- Besonders geringe Erdkapazität von $< 90 \text{ pF}$ vermeidet störende Leckströme

Kalibrierung

- 12 Monate garantiertes Kalibrierintervall für niedrige Wartungskosten und optimale Geräteverfügbarkeit
- Kostenloses Kalibrierprotokoll bei Erstausslieferung inklusive

Garantie

- 24 Monate Garantie

Leistungsmessung auf höchstem Niveau

ZES ZIMMER beschäftigt sich seit mehr als drei Jahrzehnten ausschließlich mit hochpräziser Leistungsmesstechnik – daher wissen wir auch, dass dazu weitaus mehr gehört, als lediglich Strom und Spannung zu ermitteln. Wer schon einmal versucht hat, z.B. generische Messdatenerfassungssysteme zur Leistungsmessung heranzuziehen, wird rasch

an deren Grenzen gestoßen sein. Wie sieht es mit der Gleichtaktunterdrückung aus? Ist das Messergebnis auch bei Leistungsfaktoren um 0,01 noch zuverlässig? Ist die Erdkapazität niedrig genug, um störende Leckströme zu vermeiden? In welchen Frequenzbereichen garantiert der Hersteller die Messgenauigkeit? Hier wird schnell klar,

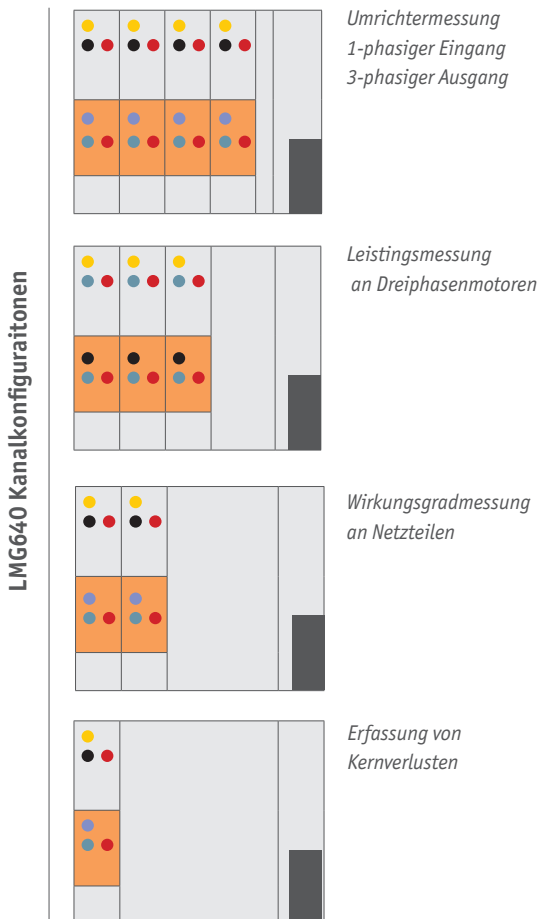
dass nur ein speziell für die Leistungsmessung konzipiertes Gerät den hohen Anforderungen auch wirklich gerecht werden kann. Das LMG600 von ZES ZIMMER zeichnet sich durch äußerste Zuverlässigkeit, bestmögliche Genauigkeit und die höchste Bandbreite im Markt aus – die besten Voraussetzungen für exzellente Ergebnisse.

Für jede Applikation die richtige Kanalkombination

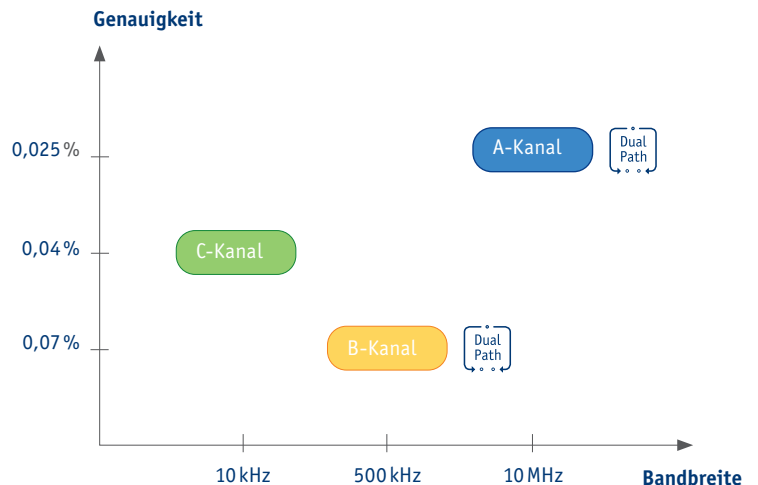
Leistungsmessgeräte sind in verschiedenen Genauigkeitsklassen verfügbar, um dem Anwender die Auswahl des richtigen Werkzeuges für die jeweilige Aufgabe zu ermöglichen. Schließlich erfordern nicht alle Applikationen höchste Präzision; oft genügen geringere Auflösung und Bandbreite den Ansprüchen. Leider halten sich nicht alle Mess-

anwendungen an diese Unterscheidung: Es kann durchaus vorkommen, dass z.B. innerhalb einer einzigen Messkonfiguration an unterschiedlichen Punkten unterschiedliche Bandbreiten und Genauigkeiten erforderlich sind. Deswegen bietet das LMG600 drei verschiedene Kanaltypen an, die sich problemlos im gleichen Gerät kombinieren las-

sen, so dass Sie immer über ein maßgeschneidertes Messgerät für Ihre Applikation verfügen und weder Abstriche bei der Genauigkeit machen, noch unnötig mit Kanonen auf Spatzen schießen müssen, wenn eine kostengünstigere Lösung auch ihren Zweck erfüllt hätte.



- A-Kanal** Hochpräzise Messungen bei hoher Bandbreite, z.B. hochfrequente Lagerströme, Vorschaltgeräte, hochfrequente Ferritkernverlustmessungen, induktive Wärmeerzeugung, Ultraschall
- B-Kanal** Kostengünstige Breitbandmessungen, z.B. als universelles Labormessgerät oder für Messungen an Elektrowerkzeugen
- C-Kanal** Präzise Messungen für 50/60 Hz-Anwendungen, z.B. Standby-Messungen, Energieeffizienz, Kernverluste, Impedanzmessungen an Transformatoren, Netzqualität, Leistungstrafos, Weiße Ware



Simultanes Messen in zwei Bandbreiten dank DualPath – keine Kompromisse, keine Zweifel

Bei Leistungsmessgeräten herkömmlicher Bauart durchläuft ein Signal zunächst eine analoge Aufbereitung, um dann optional mit einem Anti-Aliasing-Filter behandelt und anschließend von einem A/D-Wandler digitalisiert und weiterverarbeitet zu werden. Aus dem Signal können direkt zyklusbasierte Effektivwerte berechnet werden. Alternativ kann es als Grundlage für eine FFT oder eine weitere digitale Filterung dienen. Durch die Beschränkung auf nur ei-

nen A/D-Wandler in gängigen Geräten müssen zwangsweise Nachteile in Kauf genommen werden. Wird mit aktiviertem Filter gemessen, um Aliasing bei der FFT zu vermeiden, gehen die Breitbandwerte verloren. Bei abgeschaltetem Filter müsste streng genommen auf die FFT verzichtet werden. Wird die FFT ohne Anti-Aliasing-Filter bei Messung über die volle Bandbreite trotzdem durchgeführt, ist die Güte der berechneten Werte fragwürdig. Ein Aliasing-Fehler von z.B. 50%

würde natürlich schnell erkannt, eine Abweichung von 0,5% könnte jedoch unbemerkt bleiben. Schließlich kann zwischen Messungen mit und ohne Filter hin- und hergewechselt werden, die Gültigkeit dieser Ergebnisse ist jedoch ebenfalls zweifelhaft, da von einer zeitlichen Unveränderlichkeit des Signales ausgegangen werden müsste, die in der Praxis so kaum gegeben ist. Außerdem ist dieses Verfahren äußerst zeitaufwändig.

LMG600

- ✓ Schnelle Messung
- ✓ Vollständige Breitbandwerte
- ✓ Korrekte FFT
- ✓ Präzise Ergebnisse



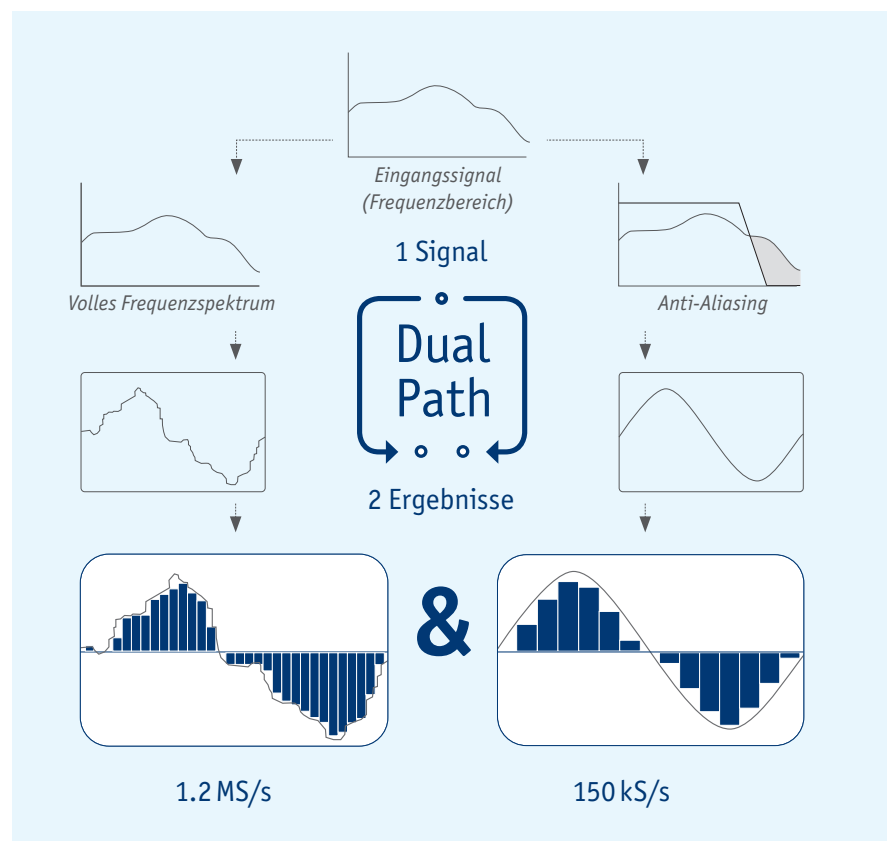
Herkömmliche Messgeräte

- ⊖ Risiko von Aliasing
- ⊖ Verlust von Breitbandwerten
- ⊖ Verzicht auf FFT
- ⊖ Suspekte Werte bei Zeitversatz
- ⊖ Lange Messdauer



Letztlich handelt es sich also bei allen dargestellten Messmethoden um unbefriedigende Kompromisse.

Aus diesem Grunde hat ZES ZIMMER die Signalaufbereitung grundlegend neu gestaltet und die DualPath-Architektur entwickelt. Die analoge Seite entspricht der herkömmlicher Messgeräte, die anschließende digitale Weiterverarbeitung wurde jedoch revolutioniert. Das LMG600 verfügt als erstes Leistungsmessgerät in jedem Strom- und Spannungskanal über zwei A/D-Wandler in zwei unabhängigen Signalpfaden. Einen für die filterlose Messung des Breitband-Signals, und einen weiteren für das schmalbandige Signal am Ausgang des Anti-Aliasing-Filters. Durch die parallele Weiterverarbeitung der digitalisierten Abtastwerte erhält der Anwender Zugriff auf beide Messungen desselben Signals, ohne Alias-Effekte zu riskieren. Dieses einzigartige Verfahren vermeidet alle Nachteile vergangener Ansätze und garantiert genaueste Ergebnisse in kürzester Zeit.



Lückenlose Datenerfassung

Im Zuge der strengeren Überwachung von Verbrauch und Wirkungsgrad elektrischer Geräte werden kontinuierlich neue Normen und Verfahren (z.B. SPECpower_ssj2008, IEC 62301, EN 50564) geschaffen, um einen objektiven Vergleich der Produkte verschiedener Hersteller zu ermöglichen. Ob es sich dabei um Arbeitsplatzrechner, Server oder Haushaltsgeräte handelt, ist für das Prinzip unerheblich: Es handelt sich stets um

die Langzeitbewertung der Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung aller relevanten Betriebszustände. Die Unterschiede zwischen Minimallast – z.B. im Standby-Betrieb – und Vollast können dabei beträchtliche Größenordnungen annehmen, was die präzise Erfassung sehr anspruchsvoll gestaltet (siehe auch Applikationsbericht Nr. 102 „Messung der Standby-Leistung und der Energieeffizienz“ auf www.zes.com). Die Mes-

sungen müssen dabei teilweise über mehrere Stunden durchgeführt werden und dürfen dennoch keinerlei Lücken aufweisen. Durch die Auswahl eines ausreichend großen Messbereichs lassen sich Bereichswchsel und die unweigerlich damit einhergehenden Datenverluste vermeiden. Die hohe Grundgenauigkeit des LMG600 sichert dabei auch an der unteren Grenze eines Bereichs ein exaktes Messergebnis.

Genauere Messungen dank minimaler Laufzeitunterschiede

Die zur Verbesserung des Wirkungsgrades eingesetzten schnell schaltenden Halbleiter moderner Frequenzumrichter verursachen extrem steile Spannungsflanken. Die daraus resultierenden kapazitiven Ströme beanspruchen die Lager und die Isolation nachgeschalteter Motoren – dies kann zu vorzeitigem Ausfall führen.

Motorfilter (z.B. dU/dt-Filter) dämpfen die Spannungssteilheit, erzeugen aber selbst Verlustleistung durch das Einschwingen mit den filtereigenen Frequenzen (typischerweise > 100kHz). Die hohe Bandbreite und

die kleine Laufzeitdifferenz zwischen Strom und Spannung des LMG600 ermöglichen äußerst genaue Verlustleistungsmessungen an den Filtern bei diesen Frequenzen, auch in Längsmessungen mit kleinem $\cos \varphi$. Dies gilt auch für Leistungsmessungen bei hohen Bandbreiten von bis zu 10MHz. Diese erfordern, dass die Strom- und Spannungskanäle auf kleinste Laufzeitunterschiede ausgelegt sein müssen. Beim LMG600 sind es weniger als 3ns; dies entspricht bei 50Hz einem Winkelfehler <math><1 \mu\text{rad}</math>. Das Gerät ist daher für die Verlustleistungsmessung bei

kleinen Phasenwinkeln für Transformatoren, Drosseln, Kondensatoren und Ultraschallgebern bestens geeignet. Hierfür sind keine Optionen oder Abgleiche notwendig, die Geräte genügen dieser Messaufgabe bereits in der standardmäßigen Einstellung bei Werksauslieferung voll.

Bei Messungen an Schaltungen höchster Leistung werden in der Regel Strom- und Spannungsmesswandler verwendet. Der Phasenwinkel dieser Wandler kann über das Laufzeitmenü korrigiert und dadurch die Messgenauigkeit verbessert werden.

Präzise messen ohne Grenzen

Obwohl das LMG600 eine unübertroffene Dynamik sowohl im Spannungs- als auch im Strombereich bietet, gibt es immer wieder Anwendungen mit außergewöhnlichen Anforderungen an die Messbereiche. Gleich, ob es sich hierbei um Ströme von mehreren Hundert Ampere oder Spannungen von mehreren Kilovolt handelt, ZES ZIMMER hat auch hier eine passende Antwort parat. Wir stellen ein breites Angebot an Strom- und Spannungssensorik bereit, das perfekt auf das Präzisions-Leistungsmessgerät LMG600 abgestimmt ist und die Messbereiche des Gerätes um das nötige Maß erweitert. Die Sensoren unserer „Plug 'n' Measure“-Reihe sind mit einem Bussystem ausgestattet,

welches eine automatische Konfiguration des LMG600 ermöglicht. Hierbei werden alle wichtigen Kenngrößen wie der exakte Skalierungsfaktor, die Laufzeitkompensationsgröße, das letzte Justierdatum und der Sensortyp automatisch durch das Leistungsmessgerät ausgelesen und bei den Messungen berücksichtigt. Darüber hinaus werden die Sensoren aktiv vom LMG600 mit Strom versorgt, so dass ein gesonderter Netzteil entfallen kann. Durch „Plug 'n' Measure“ ist eine Fehleinstellung durch den Anwender ausgeschlossen und es können die bestmöglichen Messergebnisse erzielt werden. Aus Benutzersicht ist kein Unterschied zwischen direkter und sen-

sorgestützter Messung wahrnehmbar. Natürlich lassen sich auch andere handelsübliche Sensoren zusammen mit dem LMG600 einsetzen.



Sensor Typ PCT

Leistungsfähige Schnittstellen

Neben der graphischen Benutzerschnittstelle und der Verbindung zum Prüfling selbst ist vor allem der Datenaustausch mit vorhandenen Rechner- und Software umgebungen entscheidend dafür, wie gut das Messgerät die ihm zugedachte Aufgabe erfüllen kann. Nur die nahtlose Einbindung in das Gesamtsystem kann die volle Leistungsfähigkeit des Instrumentes für den Anwender nutzbar machen.

Die hohe Abtastrate des LMG600 geht unwillkürlich mit einem hohen Datenaufkommen einher. Deshalb haben wir durch eine geeignete Systemarchitektur dafür gesorgt, dass die gemessenen Daten mit hohem Durchsatz an den Schnittstellen weitergegeben werden können. Selbst hochauflösende Messungen aller wichtigen Parameter wie Strom, Spannung, Wirkleistung etc. über einen Zeitraum von mehreren Minuten können schnell auf einen angeschlossenen Rechner übertragen werden.

Um allen Anforderungen unterschiedlichster Anwendungen gerecht werden zu können, ist eine Vielzahl weiterer Anschlüsse verfügbar. Zusätzlich zu den serienmäßigen Gigabit-Ethernet- und RS232-Schnittstellen ist ein USB 2.0-Steckplatz verfügbar, opti-

onal kann das Gerät auch mit einem VGA/DVI-Ausgang zum Anschluss eines externen Bildschirms oder Projektors ausgestattet werden. Darüber hinaus stellt es zwei weitere Steckplätze zur Verfügung, die bei Bedarf mit zukünftigen Schnittstellen nachgerüstet werden können.

Mit Hilfe der eingebauten Sync-Schnittstelle lässt sich ein LMG600 zeitlich exakt auf andere Geräte abstimmen. Dies ermöglicht eine gemeinsame Zeitbasis für Messungen mehrerer LMG600 am gleichen System oder die gegenseitige Kopplung und Steuerung eines LMG600 mit Oszilloskopen oder Funktionsgeneratoren.

Auch ohne angeschlossenen PC bietet das LMG600 durch eine interne Festplatte die Möglichkeit, Messwerte, Einstellungen, benutzerdefinierte Messgrößen oder Grafiken zur späteren Verwendung zu speichern. Hinsichtlich der Größe des bereitgestellten Speichers stehen dem Kunden hierfür mehrere Optionen zur Verfügung. Sind Änderungen in der Firmware erforderlich (z.B. bei Normenänderungen), so kann das LMG600 komfortabel und schnell über eine USB-Schnittstelle auf den neuesten Stand gebracht werden.



Prozess-Signal-Schnittstelle

Oftmals müssen neben den elektrischen Kenngrößen weitere Parameter erfasst werden, um eine sinnvolle Gesamtaussage zu Leistung und Wirkungsgrad des untersuchten Prüflings treffen zu können. Entscheidend ist hierbei, dass diese Messwerte perfekt mit den vom LMG600 errechneten Effektivwerten synchronisiert werden können, um eine zuverlässige zeitliche Beziehung z.B. zwischen elektrischem und mechanischem Geschehen herstellen zu können. Eine typische Anwendung besteht in der Bewertung elektrischer Antriebssysteme, wo Drehmoment und Drehzahl messtechnisch erfasst und mit den elekt-

rischen Parametern in Einklang gebracht werden müssen. Umgekehrt kann es auch notwendig sein, dass das Leistungsmessgerät Ergebnisse in analoger Form zur weiteren Verarbeitung nach außen gibt, oder in Abhängigkeit von gemessenen oder abgeleiteten Größen Schaltvorgänge auslöst. Um für all diese potentiell auftretenden Anforderungen gerüstet zu sein, bietet das LMG600 eine Fülle unterschiedlicher Möglichkeiten zum Ein-/Auslesen analoger und digitaler Signale.

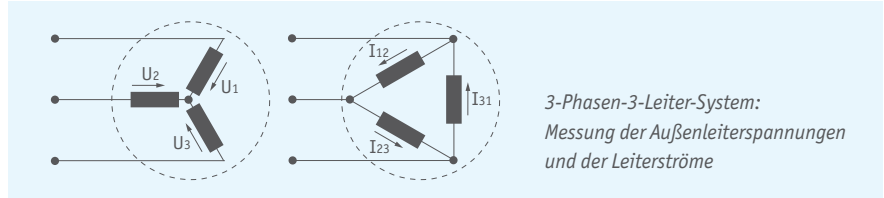
2 schnelle, synchronisierte analoge Eingänge (ca. 150 kS/s)
8 analoge Eingänge
8 Schalteingänge (ca. 150 kS/s)
2 Drehzahl-/Drehmoment-/Frequenz-Eingänge
32 analoge Ausgänge
8 Schaltausgänge

Stern-Dreieck-Umrechnung

Bei einem 3-Phasen-3-Leiter-System sind nur die Außenleiterspannungen U_{12} , U_{23} , U_{31} und die Leiterströme I_1 , I_2 , I_3 für eine Messung zugänglich. Mit Hilfe der Stern-Dreieck-Umrechnung können die Außenleiterspannungen in die nicht zugänglichen Phasenspannungen umgerechnet und die zugeordneten Wirkleistungen bestimmt werden. In Analogie können die Leiterströme in die „verketteten“ Ströme umgerechnet werden. Aus den so berechneten Werten

können alle weiteren Größen wie z.B. die Oberschwingungen abgeleitet werden. Verzerrungen und Asymmetrien von Netz oder Verbrauchern werden korrekt berücksichtigt. Die Benutzung eines externen künst-

lichen Sternpunktes wird hierdurch überflüssig, ein solcher kann jedoch bei Bedarf jederzeit angeschlossen werden, wenn die damit verbundenen Nachteile (z.B. erhöhte Verlustleistung) in Kauf genommen werden.



Komfortable Bedienung – mit und ohne Touchscreen

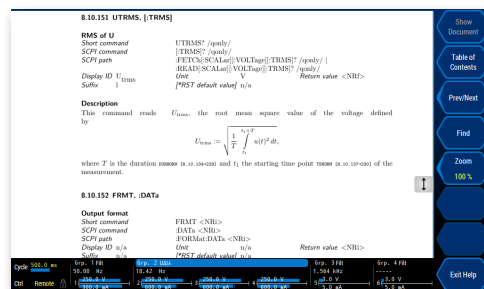
Um den Einsatz des LMG600 unter allen Bedingungen zu gewährleisten, wurde besonderes Augenmerk auf die Umsetzung einer universellen Bedienbarkeit gelegt. Sämtliche Darstellungsmodi und Einstellungsoptionen lassen sich ausnahmslos sowohl über den Touchscreen als auch über das Tastenfeld bedienen. Durch das optimierte Design wird konsequent ein direkter Bezug zwischen dem Tastenfeld und den zugehörigen Ansichten und Einstellungsmöglichkeiten auf dem Bildschirm hergestellt. Es bedarf praktisch keiner Einarbeitung um das Gerät ziel führend zu bedienen.

Die grafische Oberfläche führt den Nutzer ohne Umwege genau zu den jeweils benötigten Messwerten. Ob es sich um Effektivwerte von Spannung oder Strom, um deren Harmonische oder Summen handelt, es liegt nur ein einzelner Tastendruck zwischen diesen Werten. Zusätzlich ermöglichen benutzerdefinierte Ansichten, beliebige Messwerte zu gruppieren und auf diese Weise alle wichtigen Parameter permanent in Blick zu haben. Diese ergonomische Bedienung und die damit verbundene Zeitersparnis tragen direkt zum produktiven Einsatz des LMG600 bei. Besonderen Komfort bieten die acht

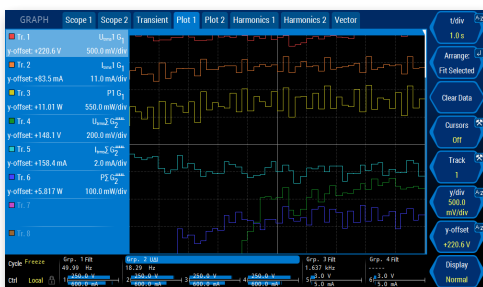
kontextbezogenen Tasten rechts neben dem Display, die in ihrer Funktion und Handhabung stets ihrem grafischen Pendant am rechten Bildschirmrand entsprechen. Die Belegung des einzelnen Softkeys erschließt sich auf einen Blick. Die Auslegung als doppelte Taster ermöglicht die schnelle Konfiguration des jeweiligen Parameters, unnötiges Durchschalten nicht relevanter Ansichten entfällt. Sollten sich während der Bedienung Fragen zu Funktion und Handhabung ergeben, können jederzeit die relevanten Abschnitte des Handbuches eingeblendet werden.



Gleichzeitige Messung von Schmal- und Breitbandwerten



Eingeblendeter Hilfetext aus dem Handbuch mit Verlinkungen aus jedem Menü

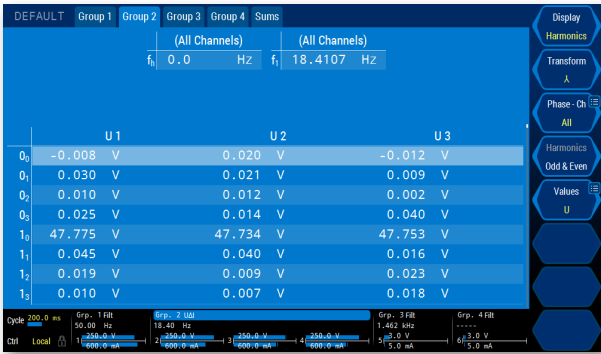


Darstellung der gemessenen Effektivwerte



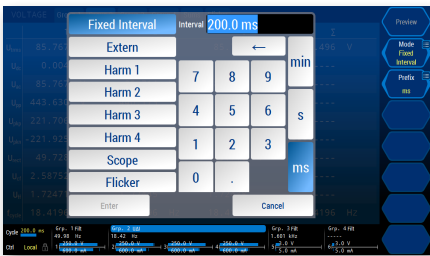
Darstellung der abtasteten Werte von jeweils 8 Signalen in zwei Scopes

Alles Wichtige: nur einen Klick entfernt

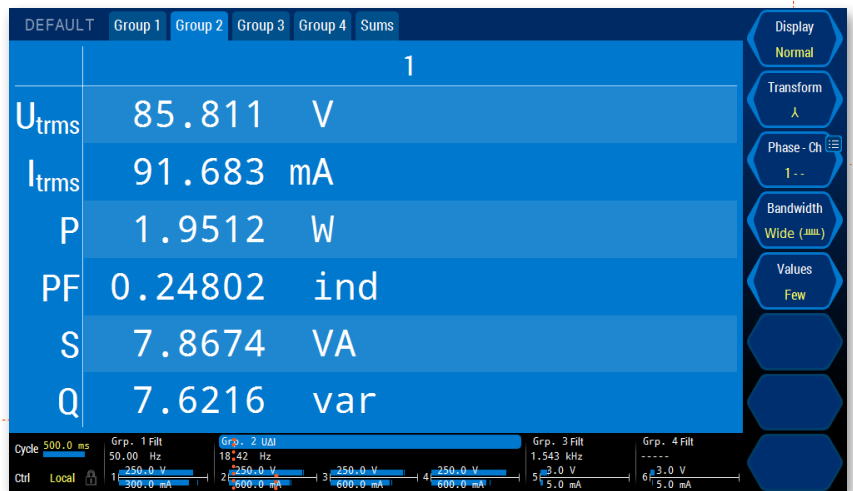


Klick auf den Softkey <Display>: Anzeige wechselt zwischen Effektivwerten und Harmonischen

Klick auf den Softkey <Phase-Ch>: Messwerte aller Kanäle oder Verketteten einer Gruppe

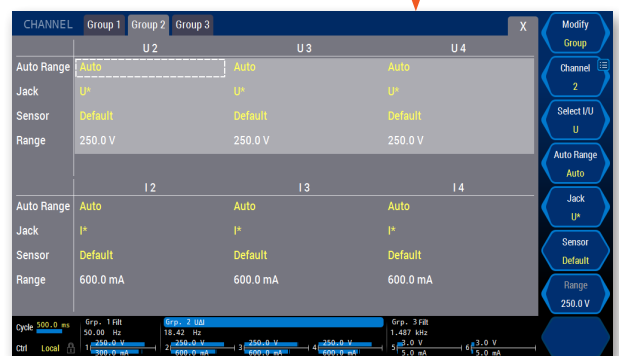
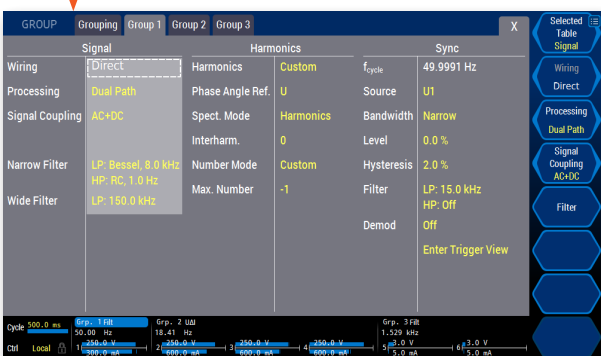


Klick auf Cycle: Konfiguration der Zykluszeit oder -referenz



Klick auf die Gruppe: Konfiguration von Ansteuerung, Synchronisation, Filter u.a.

Klick auf die Aussteuerungsanzeige: Konfiguration kanäleigener Messbereiche und Sensoreinstellungen



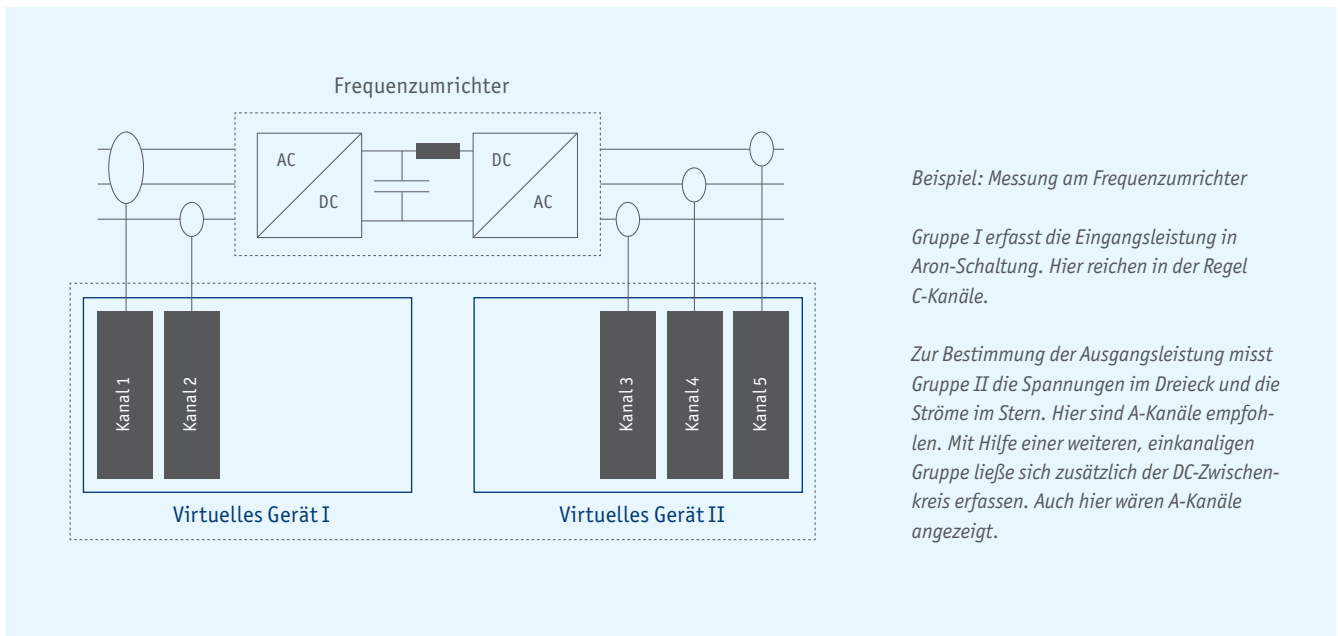
Übersichtliche Messungen durch Gruppenkonzept

Um die funktionalen Zusammenhänge zwischen physikalischen Messkanälen korrekt abzubilden, können die Leistungsmesskanäle (P-Kanäle) in sogenannten Gruppen organisiert werden, die quasi als virtuelle Messkanäle bzw. virtuelle Geräte zusätzlich zu den physikalischen Kanälen in Erscheinung treten. Die logische Gruppierung der P-Kanäle hängt dabei von der Zahl der Leiter und Phasen des zu analysierenden elektrischen Systems ab. Dank der Flexibilität des LMG600 können hierbei selbst ungewöhnliche und selten auftretende Konfigurationen wie Split-Phase-Systeme und

vier- oder mehrphasige Systeme einfach und zuverlässig modelliert werden. Beachtet werden muss lediglich, dass alle Kanäle innerhalb einer Gruppe die gleiche Grundfrequenz aufweisen und identischen Typs (A, B, C) sind. Dadurch werden subtile Fehler vermieden, die durch die verschiedenen technischen Eigenschaften der verschiedenen Kanaltypen entstünden. Durch die Gruppenbildung wird zum Einen die Konfiguration des Gerätes vereinfacht, da z.B. Filtereinstellungen, die alle Kanäle innerhalb der Gruppe betreffen, nur einmal vorgenommen werden müssen, zum Anderen

können abgeleitete Werte, wie z.B. Wirk-, Schein- oder Blindleistung über alle Kanäle der Gruppe errechnet werden.

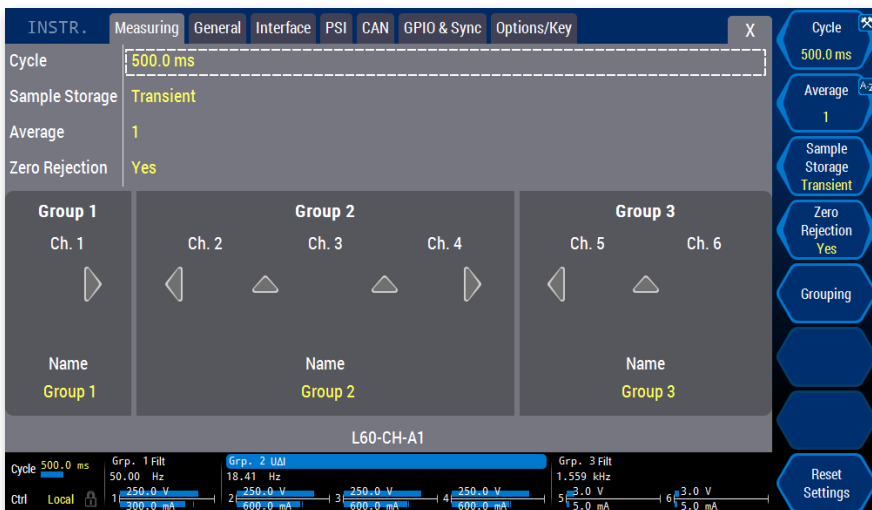
Während die Gruppierung angibt, wie die Kanäle logisch kombiniert werden, gibt die Anschaltung (das sogenannte „Wiring“) an, wie die Eingänge des Messgerätes mit der Messschaltung verbunden sind, also z.B. ob es sich um eine Stern- oder Dreiecksschaltung handelt oder ob Neutralleiter vorhanden sind usw. Das Wiring definiert, wie die gemessenen Signale vom Gerät zu interpretieren sind.



Beispiel: Messung am Frequenzumrichter

Gruppe I erfasst die Eingangsleistung in Aron-Schaltung. Hier reichen in der Regel C-Kanäle.

Zur Bestimmung der Ausgangsleistung misst Gruppe II die Spannungen im Dreieck und die Ströme im Stern. Hier sind A-Kanäle empfohlen. Mit Hilfe einer weiteren, einkanaligen Gruppe ließe sich zusätzlich der DC-Zwischenkreis erfassen. Auch hier wären A-Kanäle angezeigt.



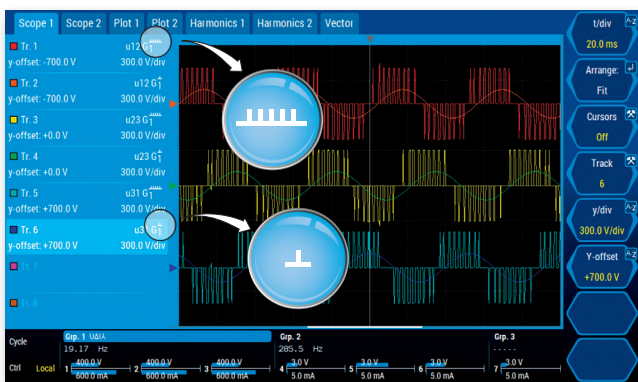
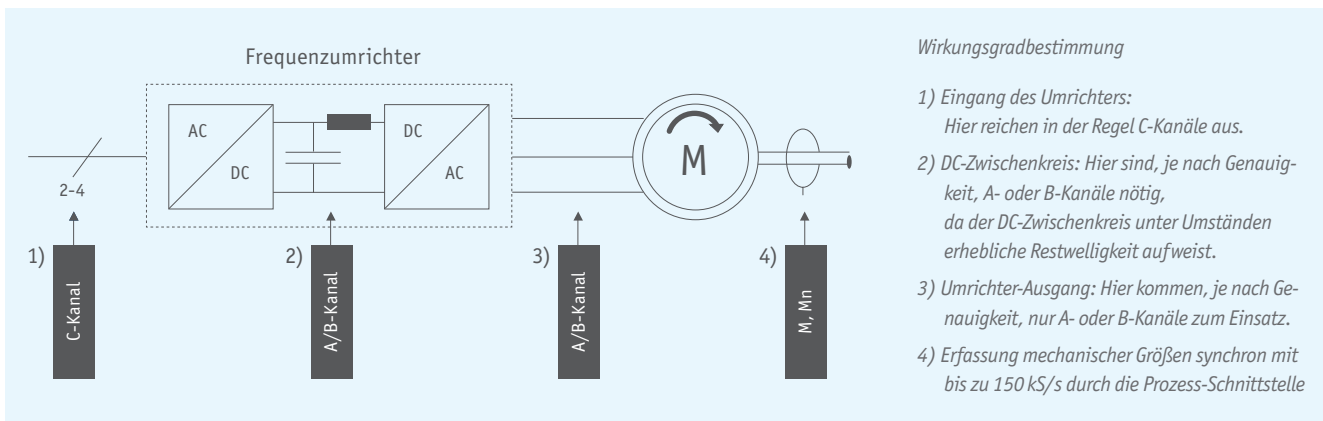
Darstellung der logischen Kanalgruppierung für unterschiedliche Messpunkte im Konfigurationsmenü des LMG600

Elektrische Antriebssysteme

Mehr als die Hälfte der weltweit erzeugten elektrischen Energie wird in mechanische Bewegung umgesetzt, und die Bedeutung elektrischer Antriebe für Transport und Fortbewegung wächst stetig. Während veraltete Drehzahlregelungen mit Verlusten von bis zu 40% behaftet sind, können moderne, frequenzgesteuerte Systeme Wirkungsgrade von über 95% erzielen. Hierbei kommen

Frequenzumrichter zum Einsatz, die über eine Pulsbreitenmodulation die Drehzahl des Motors verlustarm regeln. Ziel ist es, Umrichter und Motor optimal aufeinander abzustimmen, um einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad zu erzielen. Die gleichzeitige Messung der Eingangsleistung, des Zwischenkreises und der Ausgangsleistung des Umrichters sowie der mechanisch ab-

gegebenen Leistung des Motors ist alles andere als trivial. Neben der Einbindung von Sensorik (breitbandige Stromsensoren für große Ströme, ggf. Spannungsteiler, präzise Drehzahl- und Drehmomentgeber) gilt es, am Umrichterausgang mit seinen sehr steilflankigen Signalen zu bestehen. Die Umgebung ist oft nicht nur bezüglich der EMV als rau zu bezeichnen.



Die Breitbandwerte (PWM-Signal) zeigen das Schmalbandwerte (sinusförmig).

Die Schlüsselfrage bei der Analyse von elektrischen Antriebssystemen lautet natürlich: welcher Teil der elektrischen Energie am Umrichterausgang entfällt auf die drehmomentrelevante Grundfrequenz des Motors,

welcher Teil auf die restliche Bandbreite, insbesondere das harmonische Spektrum? Zur korrekten Beantwortung waren bislang zwei separate Messvorgänge nötig: eine Messung ohne Filter zur Ermittlung der

Breitbandleistung sowie eine weitere Messung eines gefilterten Signales zur Bestimmung der Leistung bei bestimmten Frequenzen bzw. einer anschließenden FFT-Analyse zur Ermittlung des harmonischen Spektrums. Dieses Verfahren war zum einen zeitaufwändig, zum anderen konnte nicht immer davon ausgegangen werden, dass bei der zweiten Messung exakt die gleichen Bedingungen herrschten wie bei der vorangegangenen. Die neuartige DualPath-Architektur des LMG600 liefert alle benötigten Ergebnisse gleichzeitig in einer einzigen Messung, mit maximaler Präzision und der höchsten Bandbreite auf dem Markt – frei von Alias-Effekten.

HERAUSFORDERUNGEN

- Hochpräzise Erfassung der drehmomentrelevanten Grundschwingung
- Gleichzeitige aliasing-freie Erfassung der Verluste über maximale Bandbreite
- Synchrone Erfassung von Drehzahl und Drehmoment
- Bereichserweiterung für hohe Ströme und Mittelspannungsanwendungen
- Schneller Datenexport an Drittgeräte und -anwendungen

LMG600

- DualPath
- Präzision
- A, B & C-Kanäle
- Störfestigkeit
- Harmonische
- Schnittstellen
- Stern-Dreieck
- Plug 'n' Measure

Schaltnetzteile

Fortschritte in der Leistungselektronik haben bereits vor vielen Jahren dazu geführt, dass die verhältnismäßig großen und schweren Trafonetzteile der Vergangenheit überwiegend durch kleinere, leichtere und effizientere Schaltnetzteile verdrängt wurden. Sie sind heute nahezu in allen elektrischen Geräten zu finden, die an das

230V-Stromnetz angeschlossen werden. Während sie viele Nachteile ihrer Vorgänger vermeiden, bringen sie auch neue Herausforderungen mit sich:

Zum einen sind die Netzurückwirkungen durch Harmonische nicht unerheblich und müssen durch Normen begrenzt werden (EN61000-3-2, EN61000-3-12). Zum ande-

ren können die hohen Schaltfrequenzen von bis zu mehreren hundert Kilohertz sowohl netzseitig als auch auf Verbraucherseite zu Problemen bei der elektromagnetischen Verträglichkeit führen. Aufgabe der Leistungsmesstechnik ist es, die Hersteller bei der Optimierung ihrer Produkte zu unterstützen.

HERAUSFORDERUNGEN	LMG600
<ul style="list-style-type: none">• Lückenlose, normgerechte Messung der Harmonischen• Hohe Bandbreite zur Analyse der Verhältnisse bei Taktfrequenzen >300 kHz• Schnelle und lückenlose Abtastung zur Erfassung steiler Schaltflanken• Zuverlässige Messung auch bei Leistungsfaktoren $\lambda < 0,01$	Hohe Bandbreite
	Kontinuität
	Flexible Filter
	Hohe Abtastrate
	U-I-Synchronität
	Harmonische

Magnetische Kerne & Blechpakete

In den ferromagnetischen Bauteilen einer elektrischen Maschine entstehen unter dem Einfluss wechselnder Felder sowohl durch ständige Ummagnetisierung als auch durch Wirbelströme Verluste, die letztlich in Wärme oder Schallenergie umgewandelt werden. Die Gesamtverluste sind frequenzabhängig und sollten nach Möglichkeit minimiert wer-

den, da sie zum Beispiel bei Elektrofahrzeugen eine starke Auswirkung auf die Reichweite haben. Mit dem Erregerstrom einer Testwicklung und der Magnetisierungsspannung einer Sensorwicklung ergibt sich direkt die Kernverlustleistung. Die magnetische Flussdichte im Kernmaterial kann aus dem Gleichrichtwert der in der Sensorwick-

lung induzierten Spannung abgeleitet werden. Die magnetische Feldstärke ist proportional zum in der Testwicklung fließenden Strom. Während die hochfrequenten Ströme bei magnetischen Kernen direkt gemessen werden können, kommen bei den hohen Amperezahlen von Blechpaketen in der Regel hochpräzise Messwandler zum Einsatz.

HERAUSFORDERUNGEN	LMG600
<ul style="list-style-type: none">• Präzise Ermittlung der Wirkleistung auch bei kleinsten Leistungsfaktoren ($\lambda < 0,01$) und sehr niedrigen Spannungen• Berechnung einer Vielzahl abgeleiteter Variablen wie Spitzenwert der Feldstärke H_{pk}, magnetische Flussdichte B_{pk} und Amplitudenpermeabilität μ_a• Komfortable Einbindung von Messwandlern für hohe Ströme	Hohe Bandbreite
	Präzision
	Skripteditor
	Plug 'n' Measure
	U-I-Synchronität

Konformitätsprüfungen in der Luftfahrt

Gerade im Bereich der Luftfahrt ist die elektromagnetische Verträglichkeit zwischen den verbauten Systemen von existentieller Bedeutung. Deshalb werden in einschlägigen Regelwerken wie z.B. der ABD0100.1.8 Ober-

schwingungsströme bis in den Bereich von 150 kHz mit Limitierungen versehen. Diese Oberschwingungen können mit Hilfe des LMG600 analysiert werden. Zum einen ist das direkt mittels der implementierten Ober-

schwingungsanalyse möglich, zum anderen kann man das in einem beliebigen Detailgrad durch eine Übertragung und Analyse der Abtastwerte mit externer Software erreichen.

Fortsetzung auf der
nebenstehenden Seite oben 

HERAUSFORDERUNGEN

- Hohe Genauigkeit auch bei hohen Frequenzen
- Aliasing-freie harmonische Analyse bis 150 kHz
- Leistungsfähige FFT mit bis zu 2000. Harmonischen

LMG600

Hohe Bandbreite

Präzision

Harmonische

Hohe Abtastrate

Lichttechnik

Im Bemühen um die Senkung des Energieverbrauchs werden weltweit Glühbirnen gegen immer effizientere elektrische Leuchtmittel ausgetauscht. Während für den Verbraucher hierbei nur ein neues Produkt in eine vorhandene Fassung eingesetzt wird, sind die Unterschiede auf elektrischer Seite beträchtlich – im Gegensatz zu herkömmlichen

Glühlampen werden LED-Leuchten und Kompaktleuchtstofflampen („Energiesparlampen“) durch spezielle elektronische Vorschaltgeräte geregelt. Diese Vorschaltgeräte arbeiten zum Teil mit Schaltfrequenzen von bis zu 200 kHz und rufen dadurch Signalverzerrungen bei Frequenzen von bis zu 1 MHz hervor. Die Hersteller sind angehal-

ten, zum einen schädliche Netzzrückwirkungen zu verhindern und zum anderen eine optimale Lebensdauer ihrer Produkte zu gewährleisten. Zur Erreichung des letztgenannten Zieles wird oftmals ein kontrollierter Warmstart durchgeführt, dessen ordnungsgemäßer Ablauf wiederum durch Messungen sichergestellt werden muss.

HERAUSFORDERUNGEN

- Hohe Bandbreite der Messung in Verbindung mit hoher Genauigkeit
- Überprüfung der Standby-Leistung der Vorschaltgeräte auch für $\lambda < 0,01$
- Minimale Erdkapazität zur Vermeidung von Leckströmen bei der Messung

LMG600

Hohe Bandbreite

Präzision

Flexible Filter

Erdkapazität < 90pF

U-I-Synchronität

CE-Prüfungen für Harmonische und Flicker

Elektrische Anlagen, Systeme und Geräte müssen, wenn sie innerhalb der Europäischen Union (EU) in den Verkehr gebracht werden, den Richtlinien und Verordnungen der EU hinsichtlich des zulässigen Grades elektromagnetischer Störaussendungen und der Störfestigkeit unter elektromagnetischer Einwirkung genügen. Bei den Störaussendungen auf das Netz werden zwei verschiedene Arten untersucht: Oberschwingungen und Flicker. Jedes elektrische Gerät mit nicht

linearer Lastkennlinie verursacht Strom-Oberschwingungen. Diese verursachen über die Impedanz des Netzes Spannungsabfälle und damit Verzerrungen. Zudem regeln bestimmte Geräte (z.B. Durchlauferhitzer, Wärmeöfen usw.) ihre Leistungsaufnahme durch sprunghaftes Zu- und Abschalten, was über die Netzimpedanz den Spannungspiegel destabilisiert. So entstehen Spannungsschwankungen, die Helligkeitsschwankungen der elektrischen Beleuchtung bzw. „Flackern“ auslösen und daher als Flicker bezeichnet werden. In Kombination mit einer geeigneten AC-Quelle und einer Netzimpedanznachbildung ist das LMG600 das Werkzeug der Wahl zur qualifizierten Bewertung von Oberschwingungen und Flicker. ZES ZIMMER bietet hierzu mit der LMG Test Suite (s. Zubehör) eine komfortable Softwarelösung an, welche die Durchführung von Konformitätstests zur elektromagnetischen Verträglichkeit zum Kinderspiel macht.

linearer Lastkennlinie verursacht Strom-Oberschwingungen. Diese verursachen über die Impedanz des Netzes Spannungsabfälle und damit Verzerrungen. Zudem regeln bestimmte Geräte (z.B. Durchlauferhitzer, Wärmeöfen usw.) ihre Leistungsaufnahme durch sprunghaftes Zu- und Abschalten, was über die Netzimpedanz den Spannungspiegel destabilisiert. So entstehen Spannungsschwankungen, die Helligkeitsschwankungen der elektrischen Beleuchtung bzw. „Flackern“ auslösen und daher als Flicker bezeichnet werden. In Kombination mit einer geeigneten AC-Quelle und einer Netzimpedanznachbildung ist das LMG600 das Werkzeug der Wahl zur qualifizierten Bewertung von Oberschwingungen und Flicker. ZES ZIMMER bietet hierzu mit der LMG Test Suite (s. Zubehör) eine komfortable Softwarelösung an, welche die Durchführung von Konformitätstests zur elektromagnetischen Verträglichkeit zum Kinderspiel macht.

HERAUSFORDERUNGEN

- Überprüfung der Verzerrungsfreiheit und Spannungs Konstanz der Quelle
- Erfassung von Signalen stark unterschiedlicher Pegel
- Übersichtliche Verwaltung einer Vielzahl von Messwerten

LMG600

C-Kanäle

Präzision

Harmonische

Flicker

Dynamik

Test Suite

Technische Daten (Auszug), gültig für $0 \leq \lambda \leq 1$

A channel Accuracy	± (% of measured value + % of maximum peak value)										
	DC	DC ^{e)}	0,05 Hz ... 45 Hz 65 Hz ... 3 kHz	45 Hz ... 65 Hz	3 kHz ... 10 kHz	10 kHz ... 50 kHz	50 kHz ... 100 kHz	100 kHz ... 500 kHz	500 kHz...1 MHz	1 MHz ... 2 MHz	2 MHz ... 10 MHz
Voltage U*	0.02+0.08	0.02+0.06 ^{e)}	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03+0.06	0.2+0.4		0.5+1.0	0.5+1.0	f/1 MHz*1.5 + f/1 MHz*1.5	
Voltage U _{SENSOR}	0.02+0.08	0.02+0.06 ^{e)}	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03+0.06	0.2+0.4		0.4+0.8	0.4+0.8	f/1 MHz*0.7 + f/1 MHz*1.5	
Current I* 5 mA...5 A	0.02+0.1	0.02+0.06 ^{e)}	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03+0.06	0.2+0.4		0.5+1.0	0.5+1.0	f/1 MHz*1.0 + f/1 MHz*2.0	-
Current I* 10 A...32 A	0.02+0.1 ¹⁾	-	0.015+0.03 ³⁾	0.01+0.02 ³⁾	0.1+0.2 ³⁾	0.3+0.6 ³⁾	f/100 kHz*0.8 + f/100 kHz*1.2 ³⁾		-	-	-
Current I _{SENSOR}	0.02+0.08	0.02+0.06 ^{e)}	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03+0.06	0.2+0.4		0.4+0.8	0.4+0.8	f/1 MHz*0.7 + f/1 MHz*1.5	
Power U*/I* 5 mA...5 A	0.032+0.09	0.032+0.06 ^{e)}	0.024+0.03	0.015+0.01	0.048+0.06	0.32+0.4		0.8+1.0	0.8+1.0	f/1 MHz*2.0 + f/1 MHz*1.8	-
Power U*/I* 10 A...32 A	0.032+0.09 ³⁾	-	0.024+0.03 ⁴⁾	0.015+0.01 ⁴⁾	0.104+0.13 ⁴⁾	0.4+0.5 ⁴⁾	f/100 kHz*1.0 + f/100 kHz*1.1 ⁴⁾		-	-	-
Power U*/I _{SENSOR}	0.032+0.08	0.032+0.06 ^{e)}	0.024+0.03	0.015+0.01	0.048+0.06	0.32+0.4		0.72+0.9	0.72+0.9	f/1 MHz*1.8 + f/1 MHz*1.5	
Power U _{SENSOR} /I*	0.032+0.09	0.032+0.06 ^{e)}	0.024+0.03	0.015+0.01	0.048+0.06	0.32+0.4		0.72+0.9	0.72+0.9	f/1 MHz*1.4 + f/1 MHz*1.8	-
Power U _{SENSOR} /I* 10 A...32 A	0.032+0.09 ³⁾	-	0.024+0.03 ⁴⁾	0.015+0.01 ⁴⁾	0.104+0.13 ⁴⁾	0.4+0.5 ⁴⁾	f/100 kHz*1.0 + f/100 kHz*1.0 ⁴⁾		-	-	-
Power U _{SENSOR} /I _{SENSOR}	0.032+0.08	0.032+0.06 ^{e)}	0.024+0.03	0.015+0.01	0.048+0.06	0.32+0.4		0.64+0.8	0.64+0.8	f/1 MHz*1.1 + f/1 MHz*1.5	

B-Kanal Messunsicherheit	± (% des Messwertes + % des Messbereichsendwertes)						
	DC	0,05 Hz...45 Hz 65 Hz ... 1 kHz	45 Hz...65 Hz	1 kHz...5 kHz	5 kHz...20 kHz	20 kHz...100 kHz	100 kHz... 500 kHz
Spannung U*	0,1+0,1	0,1+0,1	0,03+0,03	0,2+0,2	0,3+0,4	0,4+0,8	f/100 kHz*0,8 + f/100 kHz*1,2
Strom I* 5 mA...5 A Bereich Strom I _{SENSOR}	0,1+0,1	0,1+0,1	0,03+0,03	0,2+0,2	0,3+0,4	0,4+0,8	f/100 kHz*0,8 + f/100 kHz*1,2
Strom I* 10 A...32 A Bereich	0,1+0,1 ¹⁾	0,1+0,1 ³⁾	0,03+0,03 ³⁾	0,2+0,2 ³⁾	0,6+1,2 ³⁾	1,5+1,5 ³⁾	f/100 kHz*2,0 + f/100 kHz*2,0 ³⁾
Wirkleistung U*/I* 5 mA...5 A Bereich Wirkleistung U*/I _{SENSOR}	0,16+0,1	0,16+0,1	0,05+0,02	0,32+0,2	0,48+0,4	0,64+0,8	f/100 kHz*1,28 + f/100 kHz*1,2
Wirkleistung U*/I* 10 A...32 A Bereich	0,16+0,1 ²⁾	0,16+0,1 ⁴⁾	0,05+0,02 ⁴⁾	0,32+0,2 ⁴⁾	0,72+0,8 ⁴⁾	1,52+1,15 ⁴⁾	f/100 kHz*2,24 + f/100 kHz*1,6 ⁴⁾

C-Kanal Messunsicherheit	± (% des Messwertes + % des Messbereichsendwertes)						
	DC	0,05 Hz...45 Hz 65 Hz...200 Hz	45 Hz...65 Hz	200 Hz...500 Hz	500 Hz...1 kHz	1 kHz...2 kHz	2 kHz...10 kHz
Spannung U*	0,1+0,1	0,02+0,05	0,02+0,02	0,05+0,05	0,2+0,1	1,0+0,5	f/1 kHz*1,0 + f/1 kHz*1,0
Strom I*	0,1+0,1 ¹⁾	0,02+0,05 ³⁾	0,02+0,02 ³⁾	0,05+0,05 ³⁾	0,2+0,1 ³⁾	1,0+0,5 ³⁾	f/1 kHz*1,0 + f/1 kHz*1,0 ³⁾
Strom I _{SENSOR}	0,1+0,1	0,02+0,05	0,02+0,02	0,05+0,05	0,2+0,1	1,0+0,5	f/1 kHz*1,0 + f/1 kHz*1,0
Wirkleistung	0,16+0,1 ²⁾	0,032+0,05 ⁴⁾	0,03+0,01 ⁴⁾	0,08+0,05 ⁴⁾	0,32+0,1 ⁴⁾	1,6+0,5 ⁴⁾	f/1 kHz*1,6 + f/1 kHz*1,0 ⁴⁾

Messunsicherheiten gelten bei:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen 2. Umgebungstemperatur (23±3) °C 3. Anwärmzeit 1 h 4. Der Messbereichsendwert ist der tatsächliche Spitzenwert. 5. Der Leistungsmessbereichsendwert ist das Produkt aus Strom- und Spannungsmessbereichsendwert. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. $0 \leq \lambda \leq 1$ (Leistungsfaktor) 7. Aussteuerung Strom und Spannung 10% ... 110% vom Nennwert 8. Die Justierung wurde bei 23 °C durchgeführt. 9. Kalibrierintervall von 12 Monaten
Übrige Größen	Aus den Größen Strom, Spannung und Wirkleistung werden alle übrigen Größen ermittelt. Genauigkeit bzw. Fehlergrenzen ergeben sich aus dem funktionalen Zusammenhang (z.B. S = I * U, ΔS / S = ΔI / I + ΔU / U).	

^{1) 2) 3) 4)} gelten nur im Bereich 10 ... 32 A:

¹⁾ zusätzliche Unsicherheit $\pm \frac{80 \mu A}{A^2} * I_{\text{rms}}^2$ ²⁾ zusätzliche Unsicherheit $\pm \frac{80 \mu A}{A^2} * I_{\text{rms}}^2 * U_{\text{rms}}$ ³⁾ zusätzliche Unsicherheit $\pm \frac{80 \mu A}{A^2} * I_{\text{rms}}^2$ ⁴⁾ zusätzliche Unsicherheit $\pm \frac{80 \mu A}{A^2} * I_{\text{rms}}^2 * U_{\text{rms}}$

^{e)} Genauigkeits-Spezifikation nach erfolgten temporären Nullpunktgleich, Temperaturwechsel nach Nullpunktgleich max. ±1 °C

Spannungsmessbereiche U*										
Nennwert Messbereich (V)	3	6	12,5	25	60	130	250	400	600	1000
Max. Effektivwert (V)	3,3	6,6	13,8	27,5	66	136	270	440	660	1000
Max. Spitzenwert (V)	6	12	25	50	100	200	400	800	1600	3200
Überlastfestigkeit	1000V + 10% dauernd, 1500V für 1s, 2500V für 20ms									
Eingangsimpedanz	4,59 MΩ, 3 pF									
Erdkapazität	< 90 pF									

Strommessbereiche I*														
Nennwert Messbereich (A)	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,3	0,6	1,2	2,5	5	10	20	32
Max. Effektivwert (A)	0,0055	0,011	0,022	0,044	0,088	0,165	0,33	0,66	1,32	2,75	5,5	11	22	32
Max. Spitzenwert (A)	0,014	0,028	0,056	0,112	0,224	0,469	0,938	1,875	3,75	7,5	15	30	60	120
Eingangsimpedanz	ca. 2,2Ω		ca. 600 mΩ			ca. 80 mΩ			ca. 20 mΩ			ca. 10 mΩ		
Dauer-Überlastfestigkeit (A)	LMG in Betrieb 10 A								LMG in Betrieb 32 A					
Kurzzeit-Überlastfestigkeit	150 A für 10 ms													
Erdkapazität	< 90 pF													

Sensoreingänge U _{SENSOR} , I _{SENSOR}									
Nennwert Messbereich (V)	0,03	0,06	0,12	0,25	0,5	1	2	4	
Max. Effektivwert (V)	0,033	0,066	0,132	0,275	0,55	1,1	2,2	4,4	
Max. Spitzenwert (V)	0,0977	0,1953	0,3906	0,7813	1,563	3,125	6,25	12,5	
Überlastfestigkeit	100V dauernd, 250V für 1s								
Eingangsimpedanz	100 kΩ, 34 pF								
Erdkapazität	< 90 pF								

Isolation	Alle Strom- und Spannungseingänge sind gegeneinander, gegen die restliche Elektronik und gegen Erde isoliert. Max. 1000V / CAT III bzw. 600V / CAT IV
Synchronisation	Die Messung wird auf die Signalperiode synchronisiert. Die Synchronisationsperiode wird wahlweise bestimmt durch „Line“, „extern“, u(t), i(t), kombiniert mit einstellbaren Filtern und Demodulatoren. Dadurch erhält man sehr stabile Ablesewerte, besonders auch bei pulswertenmodulierten Frequenzumrichtern und amplitudenmodulierten elektronischen Lasten.
Scopefunktion	Zwei Scopes für jeweils 8 Signale zur graphischen Darstellung von Abtastwerten über die Zeit
Plotfunktion	Zwei Zeit-(Trend-)diagramme von max. 8 Anzeigewerten, max. Auflösung 10 ms
Grafikausgang (L6-OPT-DVI)	VGA/DVI-Schnittstelle zur externen Ausgabe des Bildschirminhalts
Prozess-Signal-Schnittstelle (L6-OPT-PSI)	2 schnelle analoge Eingänge (150 kS/s, 16 bit, BNC) 8 analoge Eingänge (100 S/s, 16 bit, D-Sub: DE-09) 32 analoge Ausgänge (Ausgabe pro Messzyklus, 14 bit, D-Sub: DA-15 & DB-25) 8 Schalt-Ausgänge (6 Schalter mit je zwei Anschlüssen und 2 Schaltausgängen mit gemeinsamen negativen Kontakt, D-Sub: DB-25) 8 Schalt-Eingänge (150 kS/s, in zwei Gruppen à 4 Eingänge mit gemeinsamer Masse, D-Sub: DB-25) Drehzahl-/Drehmoment-/Frequenz-Eingänge (150 kS/s, D-Sub: DA-15)
Stern-Dreieck-Umrechnung (L6-OPT-SDC)	Umrechnung der Außenleiterspannungen in nicht zugängliche Phasenspannungen und Bestimmung der zugeordneten Wirkleistungen
Harmonische im Gerät (L6-OPT-HRM)	Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis zur 2000. Ordnung
Flicker (L6-OPT-FLK)	gemäß EN 61000-4-15
LMG Remote	LMG600 Erweiterungssoftware, Grundmodul zur Konfigurierung, Gerätebedienung über PC
L60-TEST-CE61K	LMG600 Software für Konformitätstests nach EN61000 für Harmonische und Flicker
Sonstige Daten	
Abmessungen	LMG640: Tischgerät für 4 Einschübe: (BxHxT) 303 mm x 177 mm x 590 mm, 19" Version für 4 Einschübe: (BxHxT) 84 TE x 4 HE x 590 mm
Gewicht	Gewicht abhängig von den Optionen: max. 15,5 kg
Schutzklasse/Schutzart	EN 61010 (IEC 61010, VDE 0411), Schutzklasse I / IP20 nach EN 60529
EMV-Produktnorm	EN 61326
Temperatur	0...40 °C (Betrieb)/ -20...50 °C (Lagerung)
Klimaklasse	Normale Umgebungsbedingungen nach EN 61010
Netzanschluss	100...230V, 47...63 Hz, max. 200W

Zubehörprogramm (Auszug)

Stromsensorik

Typ	Durchsteckwandler					Stromzangen		Shunt
								
Bezeichnung	PCT	Hallxxx-L6	DS	WCT	LMG-Z5XX	L60-Z406, L60-Z60/66	L60-Z68	LMG-SH (-P)
Signal	AC+DC			AC		AC	AC+DC	AC+DC
Strombereiche	200...2000 A _{rms}	100...2000 A _{rms}	50...7000 A _{rms}	100...1000 A _{rms}	750 A _{rms} ...10 kA _{rms}	40...3 kA _{rms}	1 kA _{rms}	22 mA _{rms} ...1 A _{rms}
Beste Genauigkeit	0.01 %	0.5 %	0.01 %	0.25 %	0.02 %	0.2 %	2.0 %	0.15 %
Max. Bandbreite	DC...1 MHz	DC...100 kHz	DC...1 MHz	30 Hz...1 MHz	15 Hz...5 kHz	5 Hz...50 kHz	DC...2 kHz	DC...100 kHz
Versorgung durch LMG600	PCT200/600	Ja	Nein	Nicht notwendig		Ja		Nicht notwendig
Plug 'n' measure	PCT200/600	Ja	Nein	Nein		Ja		Nein

Hochspannungsteiler



Bezeichnung	HST-3	HST-6	HST-9	HST-12
Signal	AC+DC			
Max. Spannung	3,15 kV _{eff}	6,3 kV _{eff}	9,45 kV _{eff}	12,6 kV _{eff}
Beste Genauigkeit	0,05 %			
Max. Bandbreite	0 Hz...300 kHz			
Ausführung Phasenzahl	1 bis 3			
Plug 'n' Measure	nein			

Breakout-Box



Bezeichnung	LMG-MAS	LMG-MAK1	BOB-CEE3-16	BOB-CEE3-32
Nennspannung	250V	300V	230 / 400V	
Messkategorie	CAT III		CAT II	
Sicherheitsnorm	IEC / EN61010-1		IEC / EN61010-1	
Steckdose für Last	16 A 250V CEE 7/4	10 A 250V IEC 60320-C14	16 A 400V 3L+N+PE, 6 h IEC 60309	32 A 400V 3L+N+PE, 6 h IEC 60309

Eine Breakout-Box ermöglicht den messtechnischen Zugriff auf die einzelnen Leiter einer Kupplung und wird für die einfache und elegante Messung an 1- oder 3-phasigen Verbrauchern verwendet.

LMG Remote



The LMG Remote PC software allows to easily control the LMG600 remotely from a Windows PC. Since this software mimics the measuring device itself down to the last detail, the LMG600 can be operated as usual, even from the PC - no rethinking required, no familiarization time.

LMG Test Suite



The tests performed by LMG Test Suite are in accordance with the currently valid edition of EN 61000-3-2/-12 or EN 61000-3/-11, and measurements according to ECE R-10.4 Annex 11 (electromagnetic compatibility of vehicles), for example, are also possible.