

# LMG500

## Präzisions-Leistungsmessgerät

1 bis 8 Kanäle • DC - 10 MHz • Genauigkeit 0,025 %



Zum Entwickeln, Testen und Optimieren von E-Maschinen, Frequenzumrichtern, Transformatoren, Leistungselektronik, Netzteilen, Leuchtmitteln.

- *Höchste Genauigkeit der Wirkleistungsmessung (0,015 % vom Messwert + 0,01 % vom Messbereich)*
- *Bandbreite von DC und 0,05 Hz bis 10 MHz*
- *Absolut lückenlose Abtastung*
- *Auswertung aller Abtastwerte – damit genaue Erfassung aller Einschaltströme, Signalaussetzer und -spitzen*
- *Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen bis 50 kHz in Echtzeit, bis 1 MHz mit externer Software*

# LMG – Ein Synonym für Präzisions-Leistungsmessung

Präzisions-Leistungsmessgeräte der Serie LMG von ZES ZIMMER – LMG95 für einphasige, LMG450 und LMG500 für mehrphasige Messungen – sind weltweit bekannt und haben sich in Industrieanwendungen, der Forschung und zur Ausbildung bestens bewährt. Die Zeichenfolge LMG ist ein Synonym für die genaue und breitbandige Messung der elektrischen Leistung. Die mit der elektrischen Leistung korrelierten Größen Strom, Spannung, Oberschwingungen, Flicker und Energie müssen genau erfasst werden, um eine Produktoptimierung bei Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) und Total-Cost-of-Ownership (TCO) zu erreichen.

Messungen mit LMGs werden durchgeführt an:

- Geräten (z.B. E-Maschinen, Frequenzumrichtern, Transformatoren)
- Anlagen und Anlagenteilen

- Netzen und Verbrauchern zur Bestimmung ihrer Wechselwirkungen
- Bauteilen und Komponenten, z. B. Ferritkernen, Halbleitern, Kondensatoren

Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Prüfung der CE-Konformität, wie die Bestimmung der Rückwirkungen durch Stromüberschwingungen und Flicker und des Standby-Verbrauchs.

Die wichtigsten Leistungseigenschaften des LMG500 sind:

- Hohe Bereichsdynamik, 3V bis 1000 V/3200 Vpeak, 20 mA bis 32 A/120 Apeak in direkter Messung über je ein Buchsenpaar für Strom und Spannung
- Modular mit 1-8 Leistungsmesskanälen
- Messgenauigkeit bei 45-65 Hz 0,015 % vom Messwert plus 0,01 % vom Messbereich
- 3 MSamples/s für jeden Messkanal,

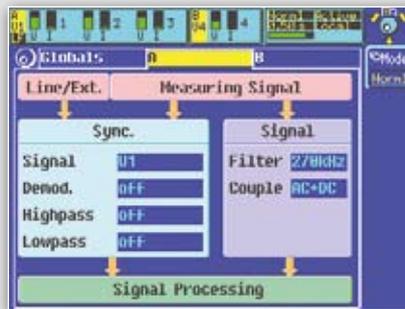
absolut lückenlose Abtastung mit Auswertung aller Abtastwerte

- Ereignistriggerung zur Erfassung von Transienten und Signaländerungen parallel zur laufenden Messung
- Laufzeitdifferenz zwischen U- und I-Messeingang standardmäßig <math>< 3\text{ ns}</math>, dadurch sehr genaue Messung bei kleinem  $\cos\varphi$  und/oder bei hohen Frequenzen
- Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis 50 kHz im Gerät und bis 1 MHz mit externem PC
- Flickermessung, Wechselwirkungen zwischen Netz und Verbrauchern
- Ergonomische Benutzeroberfläche für leichte, intuitive Gerätebedienung
- Echtzeitvisualisierung der Messungen in Zahlentabellen und Diagrammen
- Schnittstellen mit hohem Datendurchsatz (RS232, USB, IEEE488.2, Ethernet)

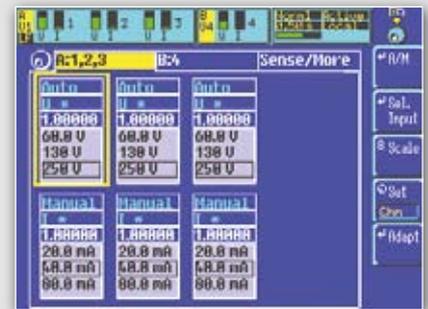
## Einfache Bedienung und sinngefällige Darstellung der Messwerte



Allgemeine Einstellungen, hier am Beispiel der Stern-Dreieck-Umrechnung



Unabhängige Einstellung von Synchronisations- und Messpfadfiltern



Wahl der Eingangsbuchsen, der Skalierung und des Messbereichs

### Ergebnisdarstellung in mehreren numerischen und graphischen Formaten



Statuszeile zur Übersicht der laufenden Messung

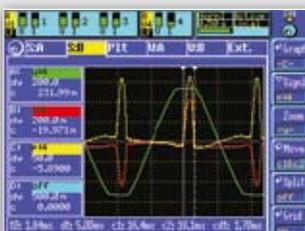
- Statuszeile über allen Menüs
- Messwertanzeigen für ein oder vier Leistungsmesskanäle, wahlweise mit sechs oder 20 Werten, ab 40 Werten mit Rollbalken
- Globale Einstellungen
- Zwei unabhängige Filtersätze zur Aufbereitung der Synchronisierung und des Messsignals
- Manuelle oder automatische Messbereichseinstellung



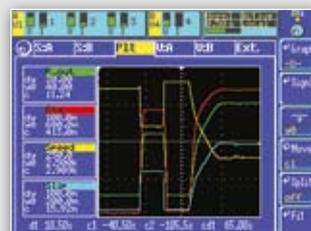
Messwertanzeige mit sechs Werten



Messwertanzeige mit 20 Werten



Oszilloskopansicht für Kurvenformen



Plotdiagramm (Trendanzeige)



Zeigerdiagramm



Parallele Darstellung von Oberschwingungen im Balkendiagramm

# Präzisions-Messeingänge für höchste Anforderungen



- Stromeingänge I\*, hohe Bereichsdynamik: 20 mA bis 32 A/120 A<sub>peak</sub>
- Gesonderte HF-Stromeingänge I<sub>HF</sub>\*: 150 mA bis 1,2 A/DC bis 10 MHz
- Lästiges Wechseln von externen Shunts entfällt!



- Spannungseingänge U\*: 3 V bis 1000 V/3200 V<sub>peak</sub>
- Messen über externe Sensoren: Eingänge I<sub>Sensor</sub> und U<sub>Sensor</sub> 30 mV bis 4 V/DC bis 10 MHz
- Hilfsspannung ±15 V und Identifikation externer Sensoren

- Bis zu 8 Leistungsmesskanäle mit dem 8-Kanal-Kompaktgerät LMG500-8 oder durch Zusammenschalten von zwei LMG500-4. Auch dann werden alle Kanäle immer lückenlos und synchron mit 3 MSamples/s abgetastet.
- Alle U-/I-Messeingänge sind berührungsgeschützt sowie potentialgetrennt gegeneinander und gegen Erde (max. 1000 V/CAT III).
- Hohe Bandbreite 10 MHz, auch kürzeste gepulste Signale werden damit genau gemessen
- Erdkapazität der Messeingänge <30 pF, dadurch keine Verfälschung der Messsignale

## LMG-CONTROL – das Leistungsmessgerät im PC

**LMG-CONTROL** ist die leistungsstarke Software, um vom PC aus **ZES ZIMMER** Leistungsmessgeräte zu konfigurieren, Messwerte anzuzeigen, zu loggen und auszuwerten.

Konfigurationsänderungen sind unmittelbar in der Aussteuerung und den Messwertanzeigen sichtbar. Die Mehrfenstertechnik ermöglicht gleichzeitig verschiedenartige Darstellungen des Messgeschehens. Das Speichern und Laden der LMG-Konfiguration gestattet schnelles Wiederholen eines Messprojektes.

Ein Statusreport dokumentiert alle Einstellungen und die aktuellen Messwerte. Dies ist nützlich zur Geräte-Diagnose durch den Anwender und das Supportteam von **ZES ZIMMER**.

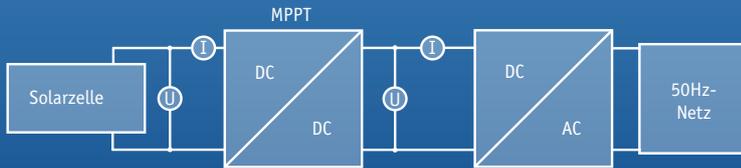
Mit dem Modul Abtastwerte (Wave Form Analysis, Best.-Nr. **LMG-Control-WA**) wird die Funktionalität beachtlich erweitert. Es ermöglicht die Analyse von Frequenzspektrum und Harmonischen bis 1 MHz sowie die Kurvendarstellung mit Berechnung elektrischer Größen in einstellbaren Zeitbereichen und von Transienten mit bis zu 330 ns Auflösung.



# LMG500 – vielseitig und flexibel verwendbar

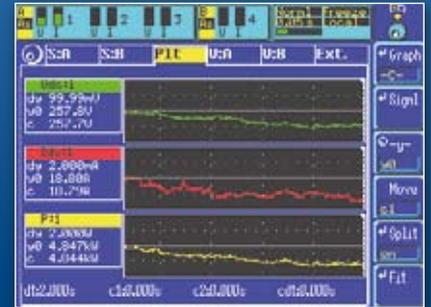
## Höchste Genauigkeit und hohe Bereichsdynamik

Photovoltaik



Die hohe Genauigkeit von 0,025% erlaubt auch im 32A Bereich noch die genaue Messung sehr kleiner Ströme. Dies ist wichtig, wenn lückenlos und ohne Aussetzer, wie sie z. B. bei Bereichsumschaltungen immer auftreten, gemessen werden muss.

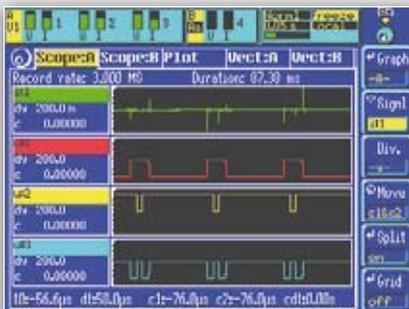
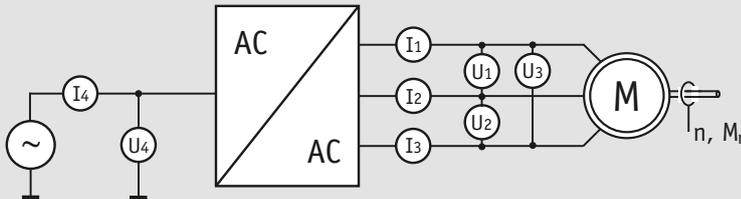
Damit eine Solarzelle oder ein Solargenerator immer ein Maximum an Leistung liefert, regelt ein Maximum Power Point Tracker (MPPT) den Eingangswiderstand des Wechselrichters auf den leistungsoptimalen Wert. Dazu wird die Belastung der Solarzelle um einen kleinen Betrag variiert. Das LMG500 misst auch diese minimalen Änderungen präzise.



Spannung, Strom und Wirkleistung hochgenau und ohne Bereichsumschaltung messen

## Hochfrequente Signalanteile genau bestimmen

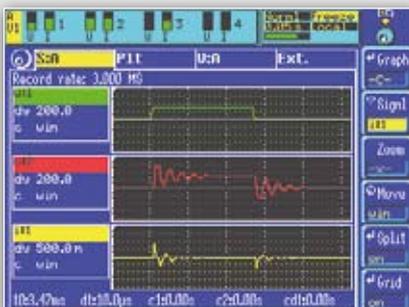
Leistungselektronik  
Frequenzumrichter



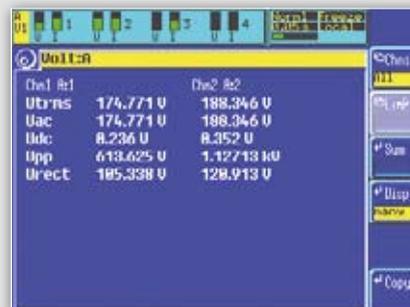
Besonders hohe Stromspitzen bei zeitgleichen Schaltflanken



Kundenspezifisches Menü mit Ipp und Itrms



Spannung am FU-Ausgang sowie Spannung und Strom am Motor bei langer Zuleitung



Gut zu erkennen: Verdopplung des Peakwertes Upp

Durch die hohe Bandbreite des LMG500 von 10 MHz werden die hochfrequenten Anteile des Stromes vollständig am Ausgang eines Frequenzumrichters erfasst und in der Wirkungsgradberechnung berücksichtigt. Mit 4 Kanälen lässt sich so der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters zwischen Ein- und Ausgang genau bestimmen.

Bei jeder Schaltflanke entstehen transiente Stromspitzen, die über die Wicklungskapazitäten fließen. Sie erreichen ein Mehrfaches des Nennstromes. Das kundenspezifische Menü zeigt, dass die Werte Ipp die Werte von Itrms um eine Größenordnung übersteigen. Gleiches gilt für die Spannungsspitzen, die bei langen Zuleitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor durch Reflexion entstehen. Diese reichen bis zum doppelten Wert des gesendeten Spannungspulses und beanspruchen die Isolation in besonderem Maße.

# Genauere Messungen bei sehr kleinen Leistungsfaktoren

Drosseln  
Kondensatoren  
Ultraschall



Die zur Verbesserung des Wirkungsgrades eingesetzten schnell schaltenden Halbleiter moderner PWM-FUs verursachen extrem steile Spannungsflanken. Die daraus resultierenden kapazitiven Ströme beanspruchen die Lager und die Isolation der 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 (typ. >100 kHz). Die hohe Bandbreite und die standardmäßig kleine U-I-Laufzeitdifferenz des **LMG500** <3ns ermöglichen äußerst genaue Verlustleistungsmessungen an den Filtern bei diesen Frequenzen, auch in Längsmessungen bei kleinem  $\cos\phi$ .

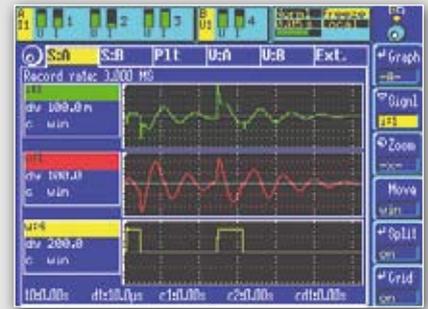
Dies gilt auch für Leistungsmessungen bei hohen Bandbreiten von bis zu 10 MHz. Diese erfordern, dass die Strom- und Spannungskanäle auf kleinste Laufzeitunterschiede ausgelegt sein müssen. Beim **LMG500** sind es weniger als 3 ns und dies entspricht bei 50 Hz einem Winkelfehler <1µrad. Das Gerät ist daher

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

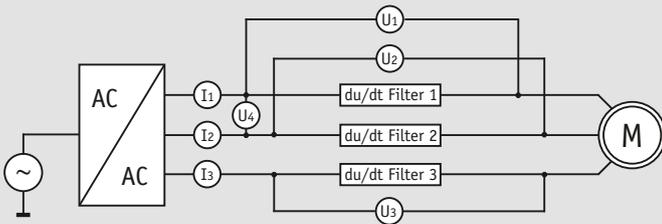
Zusätzlich kann ein Kalibrierprotokoll (Best.-Nr. **KR-L50-LPF**) für den Nachweis der Messgenauigkeit bei Leistungsfaktoren im Bereich von 0,01 mitgeliefert werden.

Bei Messungen an Leistungstransformatoren werden in der Regel Strom- und Spannungsmesswandler verwendet. Der Phasenwinkel dieser Wandler kann über das Laufzeitmenü (siehe S.9) korrigiert und dadurch die Messgenauigkeit verbessert werden.

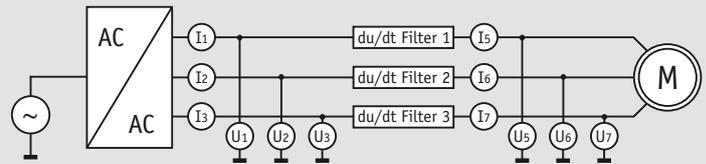
Für die Berechnung der korrigierten Leistung gibt es verschiedene Definitionen, z.B. IEC 60076-1. Diese können bequem mit dem leistungsstarken Scripteditor schon im **LMG500** entsprechend den Erfordernissen berechnet werden.



Leiter-Leiter-Spannung  $U_4$  vor dem Filter, Spannung  $U_1$  längs des Filters und Filtereingangsstrom



Verlustleistungsbestimmung durch Längsmessung am Filter



Verlustleistungsbestimmung durch Differenzmessung vor und nach dem Filter

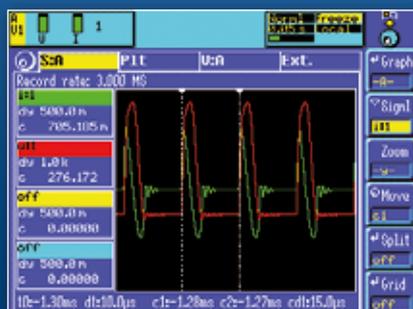
# Niedrige Erdkapazität <30 pF

Lichttechnik

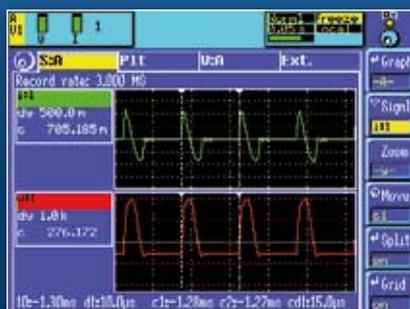


Dank der geringen Erdkapazität der **LMG500** Messeingänge (<30 pF) können in direkter Anschaltung die gepulsten Ströme und Spannungen verzerrungsfrei abgebildet und gemessen werden. Die Abbildungen zeigen die 70 kHz-Impulsfolge ( $U_{pp}=2,5\text{ kV}$ ,  $I_{pp}=2,7\text{ A}$ ) zur Auf-

rechterhaltung der Entladung einer Gasentladungs-Flachleuchte (Lichtkachel). Aufgrund der standardmäßig geringen Laufzeitverschiebung <3 ns kann die Leistung sehr genau gemessen werden.



Kurvenformen von Strom und Spannung



Script	Vars.	New Menu	Planon
Hfg			Planon lamp 05
U rms			0.93333 kV
U pk pos			1.99425 kV
U pk neg			-674.919 V
U pp			2.66917 kV
I rms			8.44644 A
I pk pos			1.81365 A
I pk neg			-8.89948 A
P			8.88723 kW
Q			8.48744 kvar
PF			0.98936
F			66.8865 kHz

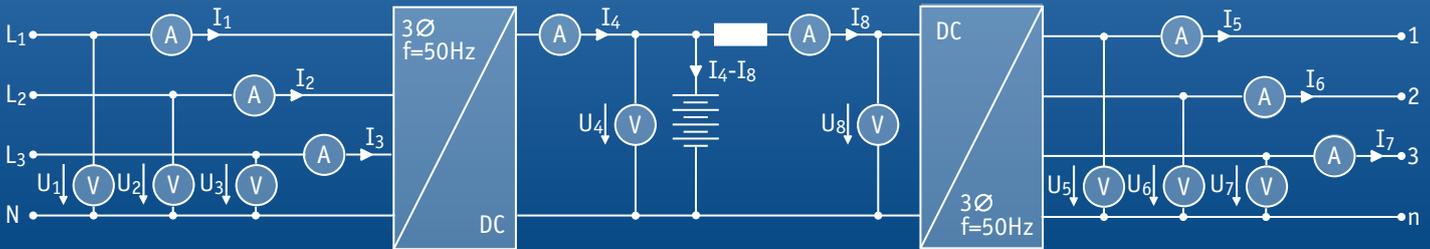
Kundenspezifisches Menü mit Messergebnissen

# LMG500 – kompakt mit bis zu 8 Kanälen

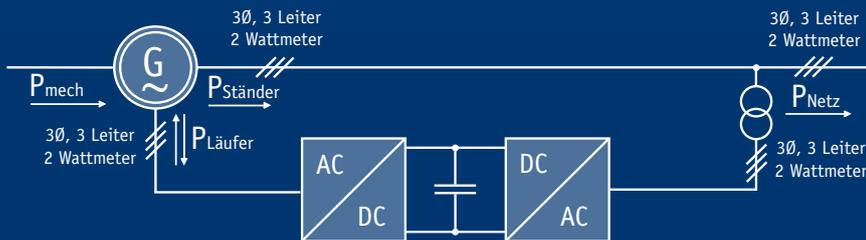
In vielen Anwendungen sind 4 Leistungskanäle nicht ausreichend. Das **LMG500** hat bis zu 8 Leistungsmesskanäle. Gleich ob Sie das 8-Kanal Kompaktgerät nutzen oder zwei **LMG500-4** zusammenschalten, alle Kanäle messen immer in lückenloser, synchroner Abtastung mit 3 MSamples/s. Die folgenden Beispiele demonstrieren typische Anwendungen mit 8 Kanälen.

## Wirkungsgradbestimmung in komplexen Systemen

USV  
Windgeneratoren



Unterbrechungsfreie Stromversorgung mit DC-Zwischenkreis



Ständerleistung, Läuferleistung, Netzleistung, netzseitige Umrichterleistung mit jeweils zwei Wattmetern in Aronschaltung

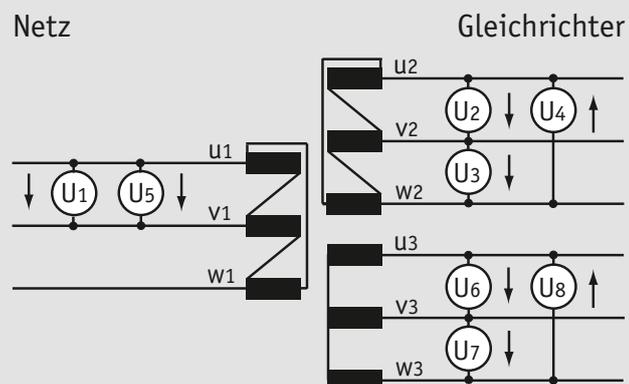
Getriebelose Windkraftanlage mit erweitertem Drehzahlbereich: Bei fester ständerseitiger Netzfrequenz kann durch Einstellung der läuferseitigen Frequenz die doppelt gespeiste Asynchronmaschine bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten effizient als Generator arbeiten.

## Überprüfung von Phasenbezügen

Mehrwicklungs-  
transformatoren



Ein Dreiwicklungs-Transformator mit zwei um  $30^\circ$  elektrisch versetzten Ausgangswicklungen speist zwei 6-Puls-Gleichrichter. Dadurch werden in der Primärwicklung z.B. die 5., 7., 17. und 19. Harmonische unterdrückt. Die Messkanäle sind als zwei Vierergruppen konfiguriert, mit Kanal 1 und 5 in Parallelschaltung. Somit haben alle Messkanäle den gleichen Phasenbezug, und es können spezielle Gleichrichtertransformatoren mit von  $(n \times 30^\circ)$  abweichenden Phasenwinkeln exakt vermessen werden.



Achtkanalige Messung am 12-Puls-Gleichrichter-Transformator

# 8 Messkanäle plus Signaleingänge für Drehzahl und Drehmoment

Optimierung des Energiemanagements bei Hybridfahrzeugen durch Analyse der Leistungsflüsse in verschiedenen Betriebsarten und -zuständen:

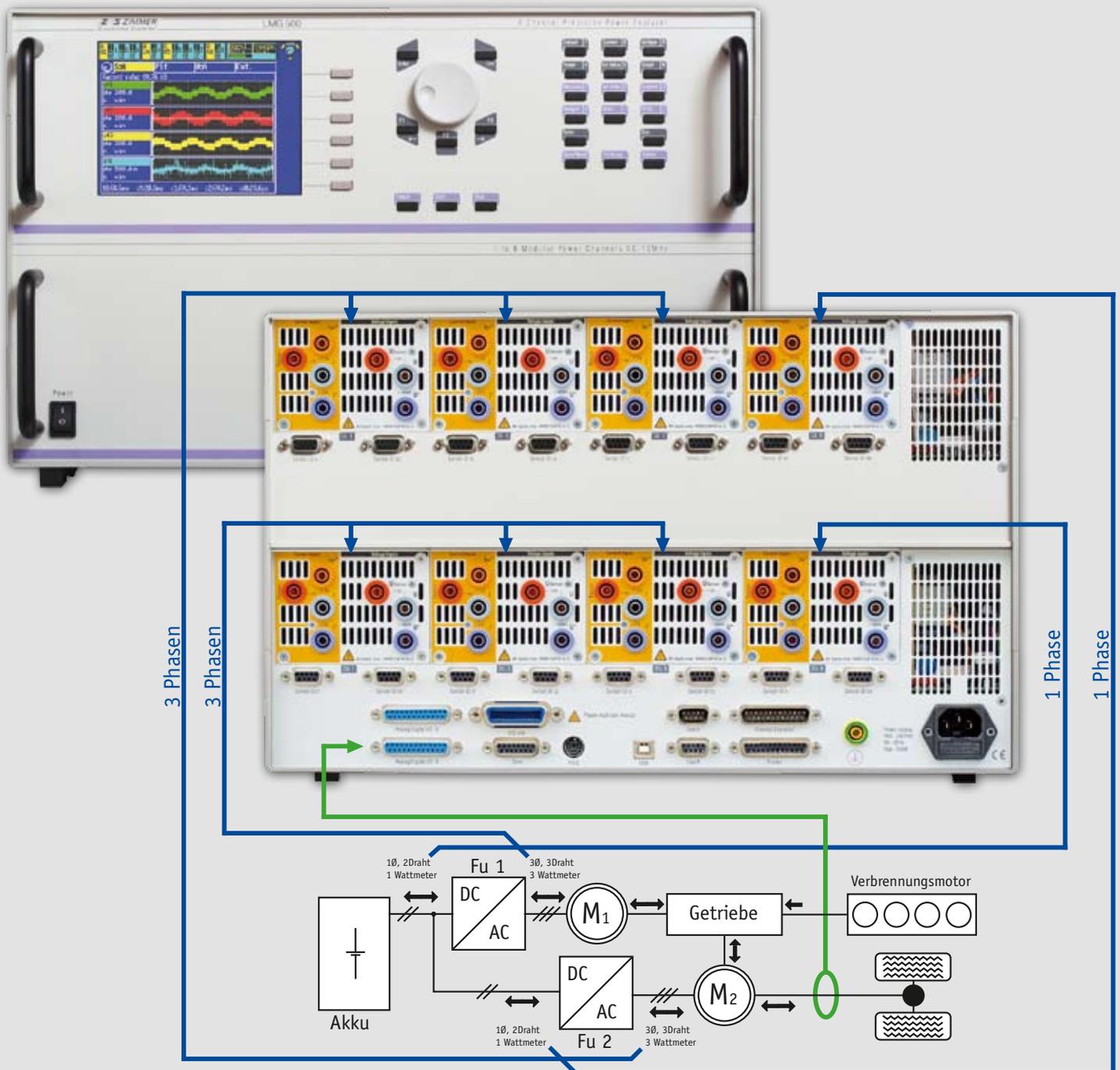
1. Fahrzeugantrieb durch Verbrennungsmotor mit oder ohne Unterstützung der aus der Batterie über Frequenzumrichter gespeisten 3-Phasen-E-Maschinen MG1 und MG2

2. Auf-/Nachladen der Batterie mit Verbrennungsmotor

3. Rückspeisung der Bremsenergie in die Batterie

Ein **LMG500-8** mit 8 Leistungsmesskanälen und der Prozesssignalschnittstelle für Drehmoment und Drehzahl erfasst exakt synchron die Daten zur hochgenauen Wirkungsgrad-

bestimmung. Zusätzliche Ein- und Ausgänge (im Diagramm nicht gezeigt) ermöglichen die Synchronisation mit anderen Geräten eines Teststandes.



Messanordnung am Hybridantrieb eines Elektro-Fahrzeuges

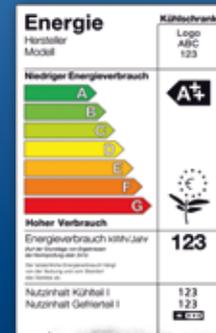
# LMG500 – weitere Funktionen zum universellen Einsatz

## Lückenlose Datenerfassung bei Langzeitmessungen

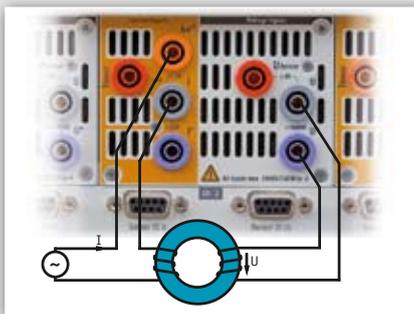
Benchmarks wie SPECpower\_ssj2008 und Softwarepakete wie der Intel® Energy Checker ermitteln Leistungsaufnahme und -verbrauch von PCs und Servern in Abhängigkeit zur Rechenleistung. Das **LMG500** ist hierfür gelistet. Der maximale Standby-Verbrauch von weißer Ware (z.B. Kaffeemaschinen) wird u.a. definiert durch Normen wie z.B. IEC 62301. Andere Vorschriften erfordern die Messung von Wirkungsgrad, Leistungsverbrauch im Normalbetrieb und Standby-Verbrauch. So darf z.B. der minimale Wirkungsgrad eines Motors oder einer Lampe nicht unterschritten, der Maximalverbrauch für

Fernsehgeräte oder Gefrierschränke nicht überschritten werden. Diese Messungen müssen dabei über mehrere Stunden durchgeführt werden und setzen eine lückenlose Datenerfassung voraus. Die hohe Grundgenauigkeit der **ZES ZIMMER** Leistungsmessgeräte ermöglicht genaue Messungen auch am unteren Ende eines Messbereichs, ohne in den nächst niederen Messbereich umschalten zu müssen (siehe auch Applikationsbericht Nr. 102 „Messung der Standby-Leistung und der Energieeffizienz“ auf [www.zes.com](http://www.zes.com)).

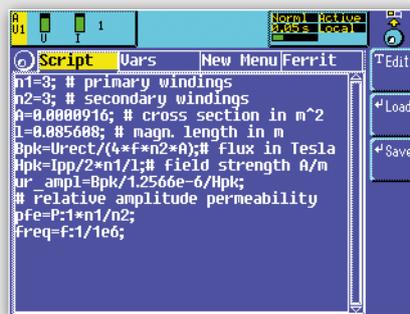
SPECpower  
EnergieLabel



## Scripting für automatisierte Berechnungen



Anschaltung



Scripteditor

Magnetische  
Werkstoffe



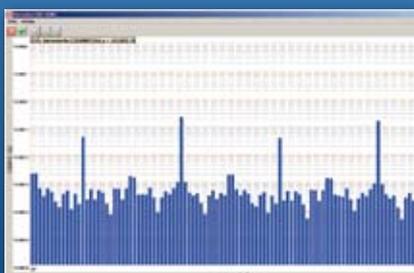
Kundenspezifisches Menü mit Messergebnissen

Scripting gibt dem Anwender die Möglichkeit, eigene Berechnungen durchzuführen und sie in einer eigenen Anzeige darzustellen. Das Script kann dabei im Gerät selbst erstellt werden. Dazu kann eine PS/2-Tastatur angeschlossen werden, oder das Script wird komfortabler auf einem PC geschrieben und mit **LMG-CONTROL** übertragen.

Als Beispiel sei eine Messung an magnetischen Werkstoffen genannt. Mit dem Erregerstrom I und der Magnetisierungsspannung U an der Sensorwicklung ergeben sich direkt die Kernverluste ohne die Kupferverluste. Aus dem Gleichrichtwert der Sensorspannung U – ein Maß für die Spannungszeitfläche und damit für den induzierten Fluss –, dem Erregerstrom

I und den geometrischen Kerndaten, sind beispielsweise die Kennlinien P (Bpk) und Bpk (Hpk) ermittelbar. Siehe auch die Applikationsberichte Nr. 108 „Programmer's Guide“ und Nr. 109 „Measurement of magnetic characteristics of transformer cores and coil materials“ auf [www.zes.com](http://www.zes.com).

## Harmonische Analyse mit LMG-CONTROL



Harmonische Analyse mit ZES ZIMMER Software LMG-CONTROL

Die Spektralanalyse der Ströme und Spannungen von DC bis 1 MHz wird unterstützt durch die **ZES ZIMMER** Anwendungssoftware **LMG-CONTROL**. Die Ergebnisse können auch als Tabellendaten exportiert werden. Die harmonische Analyse ist durch **LMG-CONTROL** bis 1 MHz möglich, wobei die Grundfrequenz durch den Anwender im Bereich von 0,07 Hz bis 1 MHz bestimmt werden kann.

Die Bordnetze moderner Großraumflugzeuge verwenden Frequenzen von bis zu 800 Hz. Für diese Stromversorgungen sind grundlegende Normen wie EUROCAE ED-14D und ABD0100.1.8 zur Definition der Grenzwerte geschaffen worden. Dazu müssen Grundfrequenzen von 360 Hz bis 800 Hz im Bereich bis zu 150 kHz nach ihren Oberschwingungen beurteilt werden.

Avionik



# Leistungsmesskanäle in Gruppen mit gruppeneigener Synchronisierung

Acht Leistungsmesskanäle, die synchron mit je 3 MSamples/s abgetastet werden, stehen zur Verfügung mit

- einem parallel geschalteten zweiten Gerät oder
- dem 8-Kanal-Kompaktgerät **LMG500-8**.

Alle Strom- und Spannungspfade der Leistungsmesskanäle sind gegeneinander und gegen Erde isoliert. Dies ermöglicht ein gestaltungsfreies Messen an den verschiedensten Leistungsmessapplikationen. Die Kanäle 1-4 (Gerät 1) können in die Gruppen A und B, die Kanäle 5-8 (Gerät 2) in die Gruppen C und D nach obenstehender Tabelle aufgeteilt werden. Jede Gruppe kann auf ein gruppeneigenes Signal synchronisiert werden. Die Synchronisierung mit ei-

Kanal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Gruppenbildung	A		B		C		D	
mögliche Schaltungen in den Gruppen A bis D	4Ø 4Leiter				4Ø 4Leiter			
	4Ø 5Leiter				4Ø 5Leiter			
	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L
	3Ø 3Leiter			1Ø 2L	3Ø 3Leiter			1Ø 2L
	3Ø 4Leiter				3Ø 4Leiter			
	4Ø 4Leiter			4Ø 4Leiter				
	3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L		3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L		3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L		3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L	
3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L		1Ø 2L	1Ø 2L	3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L		1Ø 2L	1Ø 2L	

nem externen Signal oder über „line“ ist ebenfalls möglich. Die Einstellung der Gruppen A und B auf bestimmte Schaltungsarten erfolgt unab-

hängig von der Einstellung der Gruppen C und D. Die 4 Gruppen ermöglichen 4 unabhängige Analysen.

## Menü zur Laufzeitkompensation externer Sensoren

Ströme >30A werden mit externen Sensoren gemessen. Dafür werden breitbandige (>100 kHz) Stromumsetzer für mehrere 100 A, z.B. vom Typ **PSU**, eingesetzt. Der durch die Gruppenlaufzeit der Stromumsetzer bedingte Fehler wird mit Hilfe des Menüs Laufzeitjustierung korrigiert.

Ein hervorragendes Werkzeug mit einem einfach zu bedienendem Menü, welches die Messgenauigkeit erhöht.

	dU/ns	dI/ns	P/W	PF
1	0	10	0.0403 kW	0.04799
2	0	3	0.0452 kW	0.05418
3	0	7	0.0379 kW	0.04831
4	0	0	0.0000 kW	-----
5	0	0	-----	-----
6	0	0	-----	-----
7	0	0	-----	-----
8	0	0	-----	-----

Laufzeitmenü mit Kompensationswerten für I in Phase 1, 2 und 3



CE-Test61k Prüfsystem im kompakten 19"-Schrank

## CE-Konformitätsprüfsysteme

### Standby-Leistungsverbrauch

Die Prüfsoftware **CE-Test-Standby** in Verbindung mit dem **LMG500** misst den Standby-Leistungsverbrauch von Haushaltsgeräten, IT-Geräten und ähnlichen gemäß IEC/EN 62301 und erstellt ein normkonformes Prüfprotokoll.

Testname	Status	Details
Stabilität der Leistung	Läuft	warte auf minimale Dauer (14:56:614 verbleiben)
Leistungsgrenzwert	Läuft	warte auf minimale Dauer (14:56:614 verbleiben)
Versorgungsspannung	Fehl	219.98 V < 227.70 V
Effektivwert der Spannung	Ok	50.00 Hz (50.00 Hz ± 1%)
Spannungsfrequenz	Ok	1.38 > 1.34
minimaler Crestfaktor	Ok	1.38 < 1.40
maximaler Crestfaktor	Ok	1.88% < 2.00%
Klinfaktor (THD) der Spannung	Ok	
Aussteuerung der Kanäle	Ok	
Aussteuerung des Spannungskanals	Ok	2% < 81.80% < 100%
Aussteuerung des Stromkanals	Ok	2% < 50.65% < 100%
maximale Testdauer	Ok	00:00:03.386 (max. 03:00:00.000)
überwachte Werte	Ok	

CE-Test-Standby, Ergebnisanzeige der laufenden Messung

### Oberschwingungen und Flicker

Mit dem **ZES ZIMMER** Konformitätsprüfsystem **CE-Test61k** werden Elektrogeräte auf ihre Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen und Flicker gemäß EN 61000-3-2/-12 und EN 61000-3-3/-11 überprüft.

### CE-Test61k

#### Systemeigenschaften:

- Oberschwingungsanalysator
  - nach EN 61000-4-7 bis 2 kHz
  - nach EN 61000-4-7 Anhang B für 2 kHz bis 9 kHz
- Flickermeter nach EN 61000-4-15

#### Bewertungen:

- Oberschwingungen für Ströme bis 16 A nach EN 61000-3-2
- Oberschwingungen für Ströme von 16 A bis 75 A nach EN 61000-3-12
- Flicker (Spannungsschwankungen) für Ströme bis 16 A nach EN 61000-3-3
- Flicker (Spannungsschwankungen) für Ströme bis 75 A nach EN 61000-3-11

#### Systembestandteile:

- **ZES ZIMMER** Leistungsmessgerät **LMG500**
- AC-Quelle, alternativ Einbindung kundeneigener Quellen
- Netzimpedanznachbildung (für EN 61000-3-3)
- normgerechte Mess- und Auswertesoftware
- PC/Notebook

Lieferung schlüsselfertig im 19"-Schrank oder als Hard-/Software-Paket für kundenseitige Systemintegration.

Zu diesen Produkten gibt es einen separaten Prospekt auf [www.zes.com](http://www.zes.com).

# Optionen und Zubehör zur Funktionserweiterung

**IEEE488-Schnittstelle** (Best.-Nr. L50-01): Interpretiert den kompletten SCPI- sowie den LMG500 spezifischen Kommandosatz. Der Datendurchsatz beträgt bis zu 1MByte/s.

**USB-Schnittstellen** (Best.-Nr. L50-02USB): USB-Schnittstelle für den Anschluss eines Memory-Sticks (Gerätevorderseite) und eine weitere USB-Schnittstelle für Datentransfer und Fernbedienung (Geräterückseite).

**Prozess-Signal-Schnittstelle, digitale und analoge Ein- und Ausgänge** (Best.-Nr. L50-03): Zur Erfassung von weiteren Prozessgrößen wie

Drehzahl, Drehmoment usw. Mit Hilfe des Scripteditors können Wirkungsgrad und andere Größen abgeleitet und als Steuerungsgrößen wieder ausgegeben werden.

**Flickermeter** (Best.-Nr. L50-04): nach EN 61000-4-15, die Signalbewertung der Spannungsschwankungen für Ströme bis 16A erfolgt nach EN 61000-3-3, für Ströme bis 75A nach EN 61000-3-11.

**Oberschwingungen bis zur 99. von U, I, P, Q und S** (Best.-Nr. L50-08): Die Signalanteile von Strom, Spannung und Leis-

tung im Grundschwingungsbereich von 0,1Hz bis 1,2kHz werden bis 50kHz analysiert. Die Erfassung von **Zwischenharmonischen** durch das Herunterteilen der Grundschwingung ist möglich. Für die harmonische Analyse bis 1 MHz wird ein externer PC benötigt.

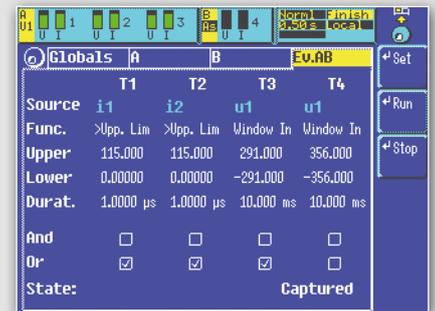
**CE-Harmonische** (Best.-Nr. L50-09): nach Messgerätenorm EN 61000-4-7 bis zur 40. für Ströme bis 16A nach EN 61000-3-2, für Ströme von 16A bis 75A nach EN 61000-3-12.

**DSP Modul** (Best.-Nr. L50-010): Zum Betrieb bestimmter Optionen erforderlich.

## Option Ereignis-Triggerung (Best.-Nr. L50-05)

Gesetzte Triggerbedingungen werden im Hintergrund des normalen Messmodus bewertet. Bei erfüllter Triggerbedingung wird die Scope-Darstellung mit 50% Pre-/Post-Trigger „eingefroren“ (Anzeige „Finish“ in der Statuszeile). Die Messung als solche läuft aber lückenlos weiter, mit Auswertung aller Abtastwerte. Für die Abtastwerte u, i, p aus beliebigen Messkanälen können vier Triggerbedingungen (T1, T2, T3, T4) definiert und logisch verknüpft werden.

Eine Triggerbedingung kann sein, dass ein Wert über oder unter einem Grenzwert oder innerhalb/außerhalb eines Fensters liegt, für eine Ereignisdauer von 330 ns bis 10s. Die schnelle Abtastung erfasst alle Spitzen und Einbrüche. Die bis zu 2 Millionen zum Ereignis gehörenden Abtastwerte können über die Datenschnittstelle übermittelt und mit externer Software weiterverarbeitet werden.



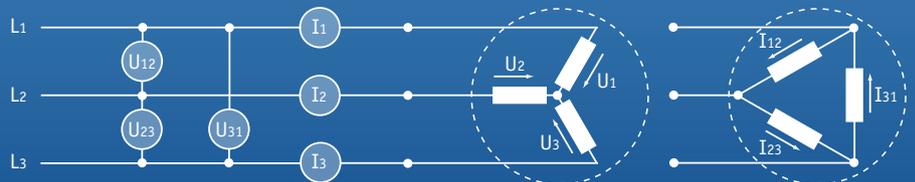
Konditionierung der Ereignis-triggerung

## Stern-Dreieck-Umrechnung (Best.-Nr. L50-06)

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 (Strangspannungen der in Stern geschalteten Laststränge) umgerechnet und die zugeordneten Wirkleistungen bestimmt werden. In Analogie können die Leiterströme in die „verketteten“ Ströme (Strangströme der in Dreieck geschalteten Laststränge) errechnet werden. Aus den berechneten Werten (linked values) werden andere Größen abgeleitet sowie die Oberschwingungen berechnet.

Unsymmetrien von Netz oder Verbrauchern sowie verzerrte Kurvenformen werden korrekt berücksichtigt.



3-Phasen-3-Leiter-System: Messung der Außenleiterspannungen und der Leiterströme

Defin	Defin
U <sub>12</sub>	U <sub>12</sub>
U <sub>23</sub>	U <sub>23</sub>
U <sub>31</sub>	U <sub>31</sub>
I <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>
I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
I <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>

Berechnete Werte (linked values) der in Stern geschalteten Wicklungsstränge (Wiring: 3+1,  $U_{\Delta} I^* \rightarrow U^* I^*$ )

Defin	Defin
U <sub>12</sub>	U <sub>12</sub>
U <sub>23</sub>	U <sub>23</sub>
U <sub>31</sub>	U <sub>31</sub>
I <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>
I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
I <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>

Berechnete Werte (linked values) der in Dreieck geschalteten Wicklungsstränge (Wiring: 3+1,  $U_{\Delta} I^* \rightarrow U_{\Delta} I_{\Delta}$ )

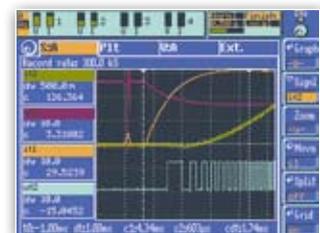
## Adapter für Inkremental-Drehgeber (Best.-Nr. L50-Z18)

Die Impulse des Inkremental-Drehgebers (Signal u2 in Cyan) werden mit dem Adapter **L50-Z18** in eine proportionale Spannung (positiv/negativ für vorwärts/rückwärts) umgeformt und auf den Sensoreingang des hier verwendeten I-Messeingangs geführt.

Interessante Details der mit der Option Ereignis-Triggerung gewonnenen Scope-Darstellung sind: die Motorspannung (u1 - rot) und der

Motorstrom (i1 - gelb), der mit der elektrischen Zeitkonstanten des Rotors ansteigt.

Etwa 0,7 ms nach dem Stromeinsetz erfolgt die erste Bewegung des Rotors und der Anstieg des analogen, drehzahlproportionalen Adapter-Ausgangssignals (i2 - grün) beginnt. 3,5 ms nach Einsetzen des Motorstromes – der Rotor hat sich erst um 8° gedreht – ist die Drehzahl von 126 U/min bereits exakt erfasst!



Inkremental-Drehgeber über Adapter L50-Z18 an einem Messkanal zur hochauflösenden Erfassung eines schnellen Motorhochlaufs

# Technische Daten (Auszug) †

Spannungsmessbereiche U*																
Nennwert Messbereich /V	3	6	12,5	25	60	130	250	400	600	1000						
Zulässiger Effektivwert /V	3,6	7,2	14,4	30	66	136	270	560	999	1001						
Zul. Spitzenwert Vollaussteuerung /V	6	12	25	50	100	200	400	800	1600	3200						
Eingangswiderstand	>4,5MΩ    <3pF															
Strommessbereiche I*																
Nennwert Messbereich /A	20m	40m	80m	150m	300m	600m	1,2	2,5	5	10	20	32	Strommessbereiche IHF*			
Zulässiger Effektivwert /A	37m	75m	150m	300m	600m	1,25	2,5	5,0	10	20	32	32	150m	300m	600m	1,2
Zul. Spitzenwert Vollaussteuerung /A	56m	112m	224m	469m	938m	1,88	3,75	7,5	15	30	60	120	225m	450m	900m	1,8
Eingangswiderstand	710mΩ			84mΩ			27mΩ			8,4mΩ			100mΩ			
Sensoreingänge U <sub>sensor</sub> , I <sub>sensor</sub>																
Nennwert Messbereich /V	30m	60m	120m	250m	500m	1	2	4								
Zulässiger Effektivwert /V	37m	75m	150m	300m	600m	1,2	2,5	5								
Zul. Spitzenwert Vollaussteuerung /V	62m	125m	250m	500m	1	2	4	8								
Eingangswiderstand	100kΩ    34pF															

Messunsicherheit	± (% vom Messwert + % vom Messbereich)									
	DC	0,05Hz...45Hz	45Hz...65Hz	65Hz...3kHz	3kHz...15kHz	15kHz...100kHz	100kHz...500kHz	500kHz...1MHz	1MHz...3MHz	3MHz...10MHz
Spannung U*	0,02+0,06	0,02+0,03	0,01+0,02	0,02+0,03	0,03+0,06	0,1+0,2	0,5+1,0	0,5+1,0	3+3	f/1MHz*1,2 + f/1MHz*1,2
U <sub>sensor</sub>	0,02+0,06	0,015+0,03	0,01+0,02	0,015+0,03	0,03+0,06	0,2+0,4	0,4+0,8	0,4+0,8	f/1MHz*0,7 + f/1MHz*1,5	f/1MHz*0,7 + f/1MHz*1,5
Strom I* (20mA ... 5A)	0,02+0,06	0,015+0,03	0,01+0,02	0,015+0,03	0,03+0,06	0,2+0,4	0,5+1,0	0,5+1,0	f/1MHz*1 + f/1MHz*2	-
I* (10A ... 32A)					0,1+0,2	0,3+0,6	f/100kHz*0,8 + f/100kHz*1,2	-	-	-
IHF *					0,03+0,06	0,2+0,4	0,5+1,0	0,5+1,0	f/1MHz*1 + f/1MHz*2	-
I <sub>sensor</sub>					0,03+0,06	0,2+0,4	0,4+0,8	0,4+0,8	f/1MHz*0,7 + f/1MHz*1,5	f/1MHz*0,7 + f/1MHz*1,5
Wirkleistung U* / I* (20mA ... 5A)	0,032+0,06	0,028+0,03	0,015+0,01	0,028+0,03	0,048+0,06	0,24+0,3	0,8+1,0	0,8+1,0	f/1MHz*3,2 + f/1MHz*2,5	-
U* / I* (10A ... 32A)					0,104+0,13	0,32+0,4	f/100kHz*1 + f/100kHz*1,1	-	-	-
U* / IHF*					0,048+0,06	0,24+0,3	0,8+1,0	0,8+1,0	f/1MHz*3,2 + f/1MHz*2,5	-
U* / I <sub>sensor</sub>					0,048+0,06	0,24+0,3	0,72+0,9	0,72+0,9	f/1MHz*3 + f/1MHz*2,3	f/1MHz*1,5 + f/1MHz*1,4
U <sub>sensor</sub> / I* (20mA ... 5A)		0,024+0,03		0,024+0,03	0,048+0,06	0,32+0,4	0,72+0,9	0,72+0,9	f/1MHz*1,4 + f/1MHz*1,8	-
U <sub>sensor</sub> / I* (10A ... 32A)					0,104+0,13	0,40+0,5	f/100kHz*1 + f/100kHz*1	-	-	-
U <sub>sensor</sub> / IHF*					0,048+0,06	0,32+0,4	0,72+0,9	0,72+0,9	f/1MHz*1,4 + f/1MHz*2	-
U <sub>sensor</sub> / I <sub>sensor</sub>					0,048+0,06	0,32+0,4	0,64+0,8	0,64+0,8	f/1MHz*1,12 + f/1MHz*1,5	f/1MHz*1,12 + f/1MHz*1,5
zusätzliche Messunsicherheit	in den Messbereichen von 10A bis 32A: ±(Itrms) <sup>2</sup> ·30μA/A <sup>2</sup>									
Messunsicherheiten gelten bei:	1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen 2. Umgebungstemperatur (23 ± 3)°C 3. Anwärmszeit 1h					4. Definition des Leistungsmessbereichs als Produkt aus Strom- und Spannungsmessbereich, 0 ≤  λ  ≤ 1 (λ=Leistungsfaktor=P/S) 5. Kalibrierintervall 12 Monate				
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)									

<b>Isolation</b>	Alle Strom- und Spannungseingänge sind gegeneinander, gegen die restliche Elektronik und gegen Erde isoliert. Max. 1000V/CAT III bzw. 600V/CAT IV
<b>Synchronisation</b>	Die Messung wird auf die Signalperiode synchronisiert. Die Synchronisationsperiode wird wahlweise bestimmt durch „Line“, „extern“, u(t), i(t), kombiniert mit einstellbaren Filtern. Dadurch sehr stabile Ablesewerte, besonders auch bei pulsweitenmodulierten Frequenzrichtern und amplitudenmodulierten elektronischen Lasten. Messung von Strom und Spannung mit Bewertung nach EN 61000-3-2/-12, Messung nach EN 61000-4-7
<b>Oberschwingungsanalyse für CE-Konformität (Option L50-09)</b>	
<b>Oberschwingungsanalyse bis zur 99. (Option L50-08)</b>	Analyse von Strom, Spannung (inkl. Phasenwinkel) und Leistung bis zur 99. Oberschwingung, insgesamt 100 Oberschwingungen inkl. DC-Anteil. Grundschwingung im Bereich von 0,1Hz bis 1,2kHz, Analyse bis 10kHz (50kHz ohne Antialiasing-Filter). Durch Teiler (1...128) kann zur Erkennung von Zwischenharmonischen eine neue Referenzgrundschwingung erzeugt werden. Extern auf PC bis 1 MHz mit der Software LMG-CONTROL.
<b>Flickermessung (Option L50-04)</b>	Flickermeter nach EN 61000-4-15 mit Bewertung nach EN 61000-3-3/-11
<b>Ereignis-Triggerung (Option L50-05)</b>	Erkennung und Aufzeichnung von Transienten >330 ns
<b>Scopefunktion (Standard)</b>	Graphische Darstellung von Abtastwerten über der Zeit
<b>Plotfunktion (Standard)</b>	Zeit-(Trend-)diagramm von max. 4 Anzeigewerten, min. Auflösung 50 ms, bzw. 10 ms in 50Hz-Halbwellen-(Flicker-)Modus
<b>Computerschnittstellen</b>	RS232 (Standard) und IEEE488.2 (Option L50-01), zusätzlich USB 2.0 Typ B (Option L50-02USB), Ethernet, RJ45 (Option LMG50-02ETH). Jeweils eine Schnittstelle zur gleichen Zeit nutzbar.
<b>Fernsteuerbarkeit</b>	Alle Funktionen sind fernsteuerbar, Sperrung der Tastatur für Messparametereingaben möglich.
<b>Ausgabedaten</b>	Alle anzeigbaren Daten sind abfragbar, Datenformate BIN/ASCII, SCPI-Befehlssatz
<b>Datenrate</b>	RS232: max.115200 Baud, IEEE488.2: max. 1MByte/s
<b>Prozesssignal-Schnittstelle (Option L50-03)</b>	2 x 25 polige SUB-D Buchse mit: • 8 analogen Eingängen zur Erfassung von Prozessgrößen (24 Bit, ±10V), 8 analogen Ausgängen (14 Bit, ±10V) • 8 digitalen Eingängen, 8 digitale Ausgängen • 2 Eingängen für Frequenz (0,05 Hz ... 6 MHz) und Drehrichtung, mit Sensorversorgung Ein- und Ausgänge sind gegen die restliche Elektronik isoliert (Prüfspannung 500V).
<b>Sonstige Daten</b>	
<b>Abmessungen/Gewicht</b>	• Tischgehäuse 1 bis 4 Kanäle B 433 mm x H 148 mm x T 506 mm /ca. 12kg • Tischgehäuse 1 bis 8 Kanäle B 433 mm x H 283 mm x T 506 mm /ca. 23kg • Zubehör: Montagewinkel für 19"-Schrack, 84TE, 3HE, T 464 mm
<b>Schutzklasse /Schutzart</b>	EN 61010 (IEC 61010, VDE 0411), Schutzklasse I/IP20 nach EN 60529
<b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	EN 61326
<b>Arbeits-/ Lagertemperatur</b>	0 ... 40°C / -20 ... 50°C
<b>Klimaklasse</b>	Normale Umgebungsbedingungen nach EN 61010
<b>Netzanschluss</b>	100 ... 240V, 50 ... 60Hz, max. 150W (4-Kanal-Gerät) bzw. max. 300W (8-Kanal-Gerät)

† Die vollständigen technischen Daten sind im LMG500 Benutzerhandbuch enthalten.

# Messzubehör und Erweiterungen

„Plug N'Measure“ Stromsensoren zur einfachen Erweiterung der Strommessbereiche bis zu 5000 A

Detaillierte Informationen finden Sie im Handbuch „ZES Sensoren und Zubehör“

(1) Präzisions-Stromumsetzer DC	0,02 %	DC bis 1 MHz	0.8 A bis 5000 A
(2) Präzisions-Wechselstromwandler	0,02 %	15 Hz bis 5 kHz	5 A bis 1500 A
(3) Stromzangen	0,15 %	2 Hz bis 50 kHz	0.3 A bis 3000 A
(4) Breitband-Stromwandler AC	0,25 %	30 Hz bis 1 MHz	10 A bis 1000 A
(5) Halleffekt-Stromsensoren	0,30 %	DC bis 200 kHz	0.3 A bis 2000 A



Beispiel zu (1):  
Präzisions-Stromumsetzer PSU700-L50 für 700 A



Beispiel zu (2):  
Wechselstromwandler LMG-Z502 für 1500 A



Beispiel zu (3):  
Stromzange L45-Z06 für 40 A, 5 Hz bis 20 kHz



Beispiel zu (4):  
Breitband-Stromwandler LMG-Z601 für 100 A, 30 Hz bis 1 MHz



Beispiel zu (5):  
Hallstromsensoren L50-Z29-Hall für 50 A bis 1000 A

## Präzisions-Hochspannungsteiler

für 3/6/9/12 kV bis 300 kHz, Grundgenauigkeit 0,05 %  
Vernachlässigbarer Phasenfehler, daher besonders für breitbandige Leistungsmessung geeignet.

- 1-Kanal-HST für einseitig geerdete Spannungen
- 2-Kanal-HST für Spannungsdifferenzmessungen
- 3-Kanal-HST für Umrichter an Mittelspannung



## Messadapter für Drehstrommessungen

Best.-Nr. LMG-MAK3

- Schukosteckdose zur Versorgung des LMG500/LMG450
- 4mm-Sicherheitslaborbuchsen als Abgriff für Strom und Spannung
- Sicherheit nach IEC 61010: 300 V/CATIII
- CEE-Stecker, 5 polig, 16 A, 2 m Zuleitung
- CEE-Steckdose, 5 polig, 16 A, für Prüfling

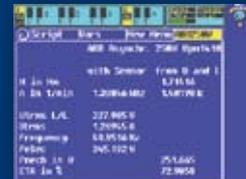


## Bestimmung von Drehmoment und Drehzahl

Best.-Nr. L50-016

Bestimmung des Drehmoments und der Drehzahl aus Motorstrom und -spannung von an Frequenzumrichter und Netz gespeisten IEC-Normmotoren.

Genauigkeit besser als 2% des Nennwertes von Drehmoment und Drehzahl. Konfigurierbar über Modul in Software LMG-CONTROL.



## PC Software

Best.-Nr. LMG-CONTROL-B

Zur Konfiguration der Leistungsmessgeräte, Aufzeichnung und Auswertung der Messwerte, Visualisierung der Daten als Liste oder als Grafik. Statusreports zur Geräte-Diagnose. Die Basisversion ist kostenfrei.

Best.-Nr. LMG-CONTROL-WA

Zusatzmodul für LMG-CONTROL, Aufzeichnung und Auswertung der Abtastwerte des LMG, Frequenzspektrum und harmonische Analyse bis 1 MHz, Analysefenster, Transientenaufzeichnung.



## Kalibrierung

Best.-Nr. KR-L50-B, KR-L50-CHN

Kalibrierung mit Kalibrierschein, nach ISO9000 rückführbar, Basispaket und zusätzlich für jeden Leistungsmesskanal

## Kalibrier- und Servicepaket zur Verlängerung der Garantiezeit

Best.-Nr. L50-KSP

Mit dem Kalibrier- und Servicepaket kann die Garantiezeit jedes Jahr um weitere 12 Monate verlängert werden. Einstieg ist die ISO9000 rückführbare Kalibrierung bei Geräte-Erstauslieferung. Alle 12 Monate ist das Gerät zu einer weiteren Kalibrierung und ggf. Justierung an ZES ZIMMER zurück zu senden. Neben der Kalibrierung werden die einschlägigen Wartungsarbeiten durchgeführt. Während der Garantiezeit und der erweiterten Garantiezeit werden anfallende Reparaturarbeiten kostenfrei durchgeführt, ausgenommen sind Reparaturen von Schäden durch Verschleiß und nicht sachgemäße Handhabung.



© 2011 - ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH - Technische Änderungen, insbesondere zur Verbesserung unserer Produkte, behalten wir uns vor. Diese können jederzeit ohne vorherige Ankündigung durchgeführt werden.

# ZES ZIMMER

**Zentrale**  
ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH  
Tabaksmühlenweg 30 • D-61440 Oberursel  
sales@zes.com • +49 6171 628750  
www.zes.com

**Niederlassung USA**  
ZES ZIMMER Inc.  
44 Grandville Ave. SW, Suite 360  
Grand Rapids, MI 49503-4064  
usa@zes.com • +1 760 550 9371