

4 Kanal
Leistungsmeßgerät

LMG450

Benutzerhandbuch

Stand: 9. März 2011

© Copyright 2011

ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH
Tabaksmühlenweg 30
D-61440 Oberursel (Taunus), FRG
phone ++49 (0)6171 628750
fax ++49 (0)6171 52086
e-mail: sales@zes.com

ZES ZIMMER Inc.
44 Grandville Ave. SW; Suite 360
Grand Rapids, MI 49503, USA
phone +1 760 550 9371
e-mail: usa@zes.com

Internet: <http://www.zes.com>

Nachdruck, Vervielfältigung und Speicherung in elektronischen Medien, auch auszugsweise,
nur mit schriftlicher Genehmigung durch ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH.

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten!

Technische Änderungen, insbesondere zur Verbesserung des Produktes, behalten wir uns vor
und können jederzeit durchgeführt werden.

Konformitätserklärung

für das

4 Kanal Leistungsmeßgerät

Declaration of Conformity

for the

4 Channel Powermeter

LMG450

Hiermit wird bestätigt, daß das oben aufgeführte Gerät den Anforderungen der Richtlinien (2004/108/EG) und (2006/95/EG) der Europäischen Union entspricht.

Diese Erklärung gilt für alle Geräte, die nach anhängenden Fertigungsunterlagen - die Bestandteil dieser Erklärung sind- hergestellt werden.

Zur Beurteilung der Sicherheit und elektromagnetischen Verträglichkeit wurden folgende Normen herangezogen:

We certify that the above device accomplishes with all requirements which are defined in the directives (2004/108/EC) and (2006/95/EC) of the European Union.

This certificate is valid for all devices that are produced according to the appending production instructions (which are a part of this certificate).

For the judgement of safety and electromagnetic compatibility of the product the following standards were used:

EN61010-1:2001

EN61326-1:2006

EN61000-3-2:2006/A1:2009/A2:2009

EN61000-3-3:2008

Diese Erklärung wird vom Hersteller

This certificate of the manufacturer

Z E S ZIMMER Electronic Systems GmbH
Tabaksmühlenweg 30
D-61440 Oberursel

abgegeben durch

is given by

Georg Zimmer, Geschäftsführer

Oberursel, 08. März 2011


Georg Zimmer, Geschäftsführer

Prüfbescheinigung

x

x

x

x

ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH bescheinigt, daß das oben aufgeführte Instrument alle in der mitgelieferten Bedienungsanleitung angegebenen Spezifikationen einhält und das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen hat.

Bei Fertigung, Justierung und Kalibrierung wurden Meßgeräte und Normale verwendet, die nach ISO9000 rückführbar auf nationale Standards kalibriert wurden und durch ihre Genauigkeitsklasse den Anforderungen zur Einhaltung der spezifizierten Meßgenauigkeiten genügen.

ZES ZIMMER
Electronic Systems

Datum:

Tabaksmühlenweg 30
D-61440 Oberursel
Deutschland

Qualitätskontrolle

Anfrage/Bestellung einer Kalibrierung



Instrument: ☐ LMG90 ☐ LMG95 ☐ LMG310
 ☐ LMG450 ☐ LMG500 ☐ Anderes:

Seriennummer:

Für das oben angeführte Meßgerät soll folgendes durchgeführt werden:

☐ Kalibrierung (Best.-Nr.:KR-xxx)	☐ Justierung mit anschließender Kalibrierung (Best.-Nr.:JKR-xxx)	☐ Eingangskalibrierung, Justierung mit anschließender Kalibrierung (Best.-Nr.:KJKR-xxx)
☐ Ich möchte nicht die aktuellste Softwareversion ins Meßgerät eingespielt bekommen (kostenfrei), sondern meine Version behalten.		

Hinweis:

Kalibrierung ist **nur** die Überprüfung und Dokumentation der Meßabweichungen

Justierung ist ein Einstellen des Gerätes auf minimale Meßabweichungen.

Firma :
Straße :
PLZ/Ort :
Email :

Ansprechpartner (bei
Kalibrier-Fragen) :
Telefon :
Fax :
Abteilung :

Kundennummer (falls bekannt):

Datum:

Unterschrift:

Dieses Papier bitte senden an:

Z E S ZIMMER Electronic Systems GmbH
Tabaksmühlenweg 30
D-61440 Oberursel
Germany

Tel. +49 (0)6171/628750
Fax +49 (0)6171/52086
Email sales@zes.com

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise und Warnvermerke	19
1.1 Sicherheitshinweise.....	19
2 Allgemeines	23
2.1 Leistungsumfang und Einsatzgebiete	23
2.2 Bedienung	24
2.3 Allgemeine Handhabung des Meßgerätes	26
2.4 Das Gruppenkonzept.....	28
2.5 Verkettete Werte (Option L45-O6).....	31
3 Inbetriebnahme	37
3.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes	37
3.2 Grundeinstellungen	37
3.3 Anschluß des LMG450	37
3.3.1 Meßschaltung für typische Messungen an Drehstromnetzen über den internen Strompfad.....	38
3.3.2 Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen	39
3.3.3 Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)	40
3.3.4 Aron Schaltung mit Wandlern	41
3.3.5 Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen	42
3.3.6 Meßschaltung mit externem Stromsensor.....	42
3.3.7 Messen sehr großer Ströme.....	43
3.3.8 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz	44
3.3.9 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N	45
3.3.10 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N	46
4 Bedienelemente.....	47
4.1 Frontseite.....	47
4.2 Rückseite	48
4.3 Anzeige.....	50
4.3.1 Statuszeile	50
4.4 Allgemeine Menüs	51
4.4.1 Misc.	51
4.4.2 IF/IO.....	52
4.4.3 Benutzerdefiniertes Menü.....	60
4.4.4 Script/Formel Editor	61
4.4.5 Konfigurationen verwalten	72
4.5 Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen.....	73
4.6 Eingabe von Zahlen	77
5 Normaler Meßmodus	79
5.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	79
5.1.1 Karteikarte Globals	79

5.1.2 Karteikarte Gruppe A/B	80
5.2 Meßbereiche (Range)	83
5.2.1 Karteikarte Gruppe A/B	83
5.2.2 Karteikarte Sense/More	84
5.3 Meßwertdefinitionen	85
5.3.1 Werte aus Einzelmessungen	89
5.3.2 Werte aus zeitabhängigen Messungen	91
5.3.3 Summenwerte	92
5.4 Anzeige von Meßwerten	93
5.4.1 Default	94
5.4.2 Voltage	94
5.4.3 Current	95
5.4.4 Power	95
5.4.5 Energy	95
5.4.6 Graphische Anzeige	97
5.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	103
5.5 Ausgabe (Loggen) von Werten	103
6 prCE-Harmonische-Meßmodus	105
6.1 Meßeinstellungen (Measuring)	105
6.1.1 Global Karteikarte	105
6.1.2 Group A/B Karteikarte	107
6.2 Meßbereiche (Range)	107
6.3 Meßwertdefinitionen	107
6.4 Anzeige von Meßwerten	108
6.4.1 Default	109
6.4.2 Voltage	109
6.4.3 Current	109
6.4.4 Power	110
6.4.5 Langzeitauswertung (Int. Value)	110
6.4.6 Graphische Anzeige	111
6.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	112
6.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	113
6.6 Precompliance Tests nach EN61000-3-2	113
7 CE-Flicker Meßmodus (Option L45-O4)	115
7.1 Meßeinstellungen (Measuring)	115
7.1.1 Global Karteikarte	115
7.1.2 Karteikarte Ztest/Zref	116
7.2 Meßbereiche (Range)	116
7.3 Meßwertdefinitionen	116
7.4 Anzeige von Meßwerten	117
7.4.1 Default	117
7.4.2 Voltage	117
7.4.3 Current	118
7.4.4 Power	118
7.4.5 Flicker (Int. Value)	118

7.4.6 Graphische Anzeige	119
7.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	119
7.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	119
7.6 Tests nach EN61000-3-3.....	119
8 100-Harmonische-Meßmodus (Option L45-O8).....	121
8.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	121
8.2 Meßbereiche (Range).....	122
8.3 Meßwertdefinitionen.....	122
8.4 Anzeige von Meßwerten	123
8.4.1 Default	124
8.4.2 Voltage.....	124
8.4.3 Current	124
8.4.4 Power	125
8.4.5 Graphische Anzeige	125
8.4.6 Benutzerdefiniertes Menü.....	125
8.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	125
9 Transientenmodus (Option L45-O5)	127
9.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	127
9.1.1 Global Karteikarte.....	127
9.1.2 Group A/B Karteikarte.....	127
9.2 Meßbereiche (Range).....	130
9.3 Anzeige von Meßwerten	130
9.3.1 Graphische Anzeige	130
9.4 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	131
10 Schnittstellen (IEEE488: Option L45-O1)	133
10.1 Kurze Kommandobeschreibung	133
10.2 Kommandos	135
10.2.1 IEEE488.2 Kommandos	135
10.2.2 :CALCulate Kommandos.....	139
10.2.3 :DISPlay Kommandos.....	144
10.2.4 :FETCh und :READ Kommandos	144
10.2.5 :FORMat Kommandos.....	182
10.2.6 :INITiate Kommandos	183
10.2.7 :INPut Kommandos	185
10.2.8 :INSTrument Kommandos.....	185
10.2.9 :MEMory Kommandos	186
10.2.10 :SENSe Kommandos	187
10.2.11 :SOURce Kommandos.....	208
10.2.12 :STATus Kommandos	210
10.2.13 :SYSTem Kommandos	213
10.2.14 :TRIGger Kommandos.....	220
10.2.15 Spezial Kommandos	225
10.2.16 Beispiel 1	225
10.2.17 Beispiel 2	226

10.2.18 Testen der Schnittstelle mit einem Terminalprogramm.....	227
10.2.19 SCPI Kommando Beispiel	227
10.2.20 SHORT Kommando Beispiel	230
10.3 Physikalische Geräte	232
10.3.1 Serielle Schnittstellen	232
10.3.2 IEEE488.2	233
10.3.3 Parallele Schnittstelle.....	233
11 Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen.....	235
11.1 Start einer Aufzeichnung	236
11.2 Stop einer Aufzeichnung	236
11.3 Datalogging Profile (Ausgabegeräte)	236
11.3.1 Ausgabeintervall	238
11.4 Ausgabeformat	239
11.5 Kommentar- und Kopfzeilen	240
11.6 Speichermedien.....	241
11.6.1 Diskettenlaufwerk	241
11.6.2 Speicherkarte.....	241
11.6.3 USB Memory Stick.....	242
11.7 Importieren der Daten in andere Programme	243
11.7.1 Datenaustausch durch Speichermedium	243
11.7.2 Serielle Datenübertragung.....	243
11.7.3 Länderspezifische Zahlenformate	244
11.7.4 Meßdaten mit MS Excel bearbeiten.....	244
11.8 Fehlermeldungen.....	245
12 Verschiedenes	247
12.1 Häufig gestellte Fragen	247
12.1.1 Genauigkeit gemessener und berechneter Größen.....	247
12.1.2 Meßgenauigkeit bei nicht sinusförmigen Signalen.....	250
12.2 Funktionsstörung	251
12.3 Wartung.....	256
12.3.1 Kalibrierung	256
12.3.2 Justierung	257
12.3.3 Nullpunktabgleich.....	257
12.3.4 Lüfter.....	258
12.3.5 Batterie	258
12.3.6 Software Update.....	258
12.4 Hinweise zum Betrieb eines LMG450 an einem Wechselrichter	258
13 Technische Daten.....	259
13.1 Allgemein	259
13.2 Anzeige der Meßwerte	260
13.3 Meßkanäle	261
13.3.1 Abtastung	261

13.3.2 Meßbereiche.....	261
13.3.3 Genauigkeit	263
13.3.4 Spezialabgleich für Trafomessungen (L45-O12).....	264
13.3.5 Modifizierter Spannungskanal auf 1kV (L45-O15).....	264
13.4 ZES Stromsensoren.....	265
13.5 Filter	265
13.5.1 HF-Rejection Filter	265
13.6 prCE Harmonics.....	266
13.7 CE Flicker	266
13.8 HARM100 Modus.....	267
13.9 Prozeßsignalschnittstelle (Option L45-O3).....	267
13.9.1 Analogeingänge	268
13.9.2 Analogausgänge	269
13.9.3 Digitaleingänge	269
13.9.4 Frequenzeingänge	269
13.9.5 Digitalausgänge.....	269
13.9.6 Hilfsversorgung.....	269
13.9.7 Frequenz-/Richtungs-Eingang	270
13.10 Zeitbasis	270
13.11 Frequenzmessung.....	270
13.12 Abtastwertespeicher.....	270
14 System Architektur	271
14.1 Weitere Anschlüsse.....	271
14.1.1 Externe Synchronisation (Sync.).....	271
14.1.2 Externer Stromsensor.....	275
14.2 Blockdiagramm LMG450	277
14.3 Blockdiagramm Spannungsmeßkanäle.....	278
14.4 Blockdiagramm Strommeßkanäle.....	279
14.5 Blockdiagramm Hauptrechner	280
14.6 Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle.....	281
15 Glossar	283
16 Allgemeiner Index	297
17 Index der Schnittstellen Kommandos.....	302

Bildverzeichnis

Bild 1: Measuring Menü.....	26
Bild 2: Lage der verschiedenen verketteten Werte.....	32
Bild 3: Drehstromsystem.....	38
Bild 4: Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen.....	39
Bild 5: Stern-Dreieck-Umrechnung	40

Bild 6: Aron Schaltung mit Strom- und Spannungswandlern.....	41
Bild 7: Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen.....	42
Bild 8: Meßschaltung mit externem Stromsensor	42
Bild 9: Meßschaltung zur Messung sehr großer Ströme und direkt gemessener Spannung	43
Bild 10: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz	44
Bild 11: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N mit Mittelpunktnachbildung	45
Bild 12: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N mit Stern- Dreieck-Umrechnung	46
Bild 13: Frontseite	47
Bild 14: Rückseite	48
Bild 15: Statuszeilen bei 3 verschiedenen Wirings	50
Bild 16: Misc. Menü.....	52
Bild 17: Schnittstellen Einstellungen	53
Bild 18: Analogeingänge.....	57
Bild 19: Analogausgänge	57
Bild 20: Digitaleingänge	58
Bild 21: Limit Menü.....	59
Bild 22: Scripteditor	61
Bild 23: Measuring Menü im normalen Meßmodus	83
Bild 24: Range Menü im normalen Meßmodus	83
Bild 25: Lage der verschiedenen verketteten Werte.....	86
Bild 26: Default Anzeige mit einem und vier Anzeigekanälen.....	94
Bild 27: Scope Menü mit Split off/on	98
Bild 28: Plot Menü mit Split off	99
Bild 29: Plot Menü mit Split on	100
Bild 30: Vektor (Fresnel) Diagramm	101
Bild 31: Measuring Menü im prCE-Harm Modus	106
Bild 32: Anzeige der Spannung im CE-Harm Modus.....	109
Bild 33: Langzeitauswertung der Harmonischen	111
Bild 34: Graphische Darstellung von Harmonischen.....	112
Bild 35: Measuring Menü im CE-Flicker Modus	116
Bild 36: Auswertung der Flickermessung	118
Bild 37: Measuring Menü im Harm100 Modus	121
Bild 38: Graphische Darstellung von Harmonischen.....	125
Bild 39: Measuring menu in transient mode	128
Bild 40: Tastencodes	218
Bild 41: COM A Anschluß.....	233
Bild 42: COM B Anschluß.....	233
Bild 43: Maße des LMG450.....	260
Bild 44: Pinbelegung Prozeßsignalschnittstelle	268

Bild 45: Sync. Anschluß.....	271
Bild 46: Externer Stromsensor	275
Bild 47: Blockdiagramm LMG450	277
Bild 48: Blockdiagramm U-Kanäle.....	278
Bild 49: Blockdiagramm I-Kanäle	279
Bild 50: Blockdiagramm Hauptrechner.....	280
Bild 51: Blockdiagramm Prozeßsignalschnittstelle	281

1 Hinweise und Warnvermerke

1.1 Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß IEC61010-1 (Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte) aufgebaut und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 1500V/50Hz geprüft. Vor dem Einschalten ist sicherzustellen, daß die auf dem Typenschild am Gerät angegebene Betriebsspannung und die Netzspannung übereinstimmen. Ein evtl. vorhandener Spannungswahlschalter ist entsprechend einzustellen. Der Netzstecker darf nur in eine Steckdose mit Schutzkontakt eingeführt werden. Die Schutzwirkung darf nicht durch eine Verlängerungsleitung ohne Schutzleiter aufgehoben werden. Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor die Meß- und Steuerstromkreise angeschlossen werden.

Jegliche Unterbrechung des Schutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes oder Lösen des Schutzleiteranschlusses kann dazu führen, daß das Gerät gefahrbringend wird. Eine absichtliche Unterbrechung ist nicht zulässig. Bei der Zusammenschaltung dieses Gerätes mit anderen Geräten ist folgendes zu berücksichtigen:

Über den zusätzlichen Erdungsanschluß an der Rückseite des Gerätes dürfen keine weiteren Geräte geerdet werden. Er dient nur einer zusätzlichen Erdung des LMG450 für den Fall, daß vom Meßaufbau im Fehlerfall Erdschlußströme von mehr als 10A ausgehen können, die vom Schutzleiter der Netzzuleitung nicht mehr sicher abzuleiten sind. In diesem Fall ist das Meßgerät über diesen Erdungsanschluß mit einem Leiter ausreichenden Querschnittes an einen geeigneten Erdungspunkt anzuschließen. Sollte dies nicht möglich sein, muß das Meßgerät über entsprechende Sicherungen am Meßstromkreis angeschlossen werden. Die Meßeingänge sind für Spannungen bis 600V nach Schutzklasse I isoliert.

Beim Öffnen von Abdeckungen oder Entfernen von Teilen können spannungsführende Teile freigelegt werden. Auch können Anschlußstellen spannungsführend sein. Vor einem Abgleich, einer Wartung, einer Instandsetzung oder einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein, wenn ein Öffnen des Gerätes erforderlich ist. Wenn danach ein Abgleich, eine Wartung oder Reparatur am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Es ist sicherzustellen, daß nur Sicherungen vom angegebenen Typ und der angegebenen Nennstromstärke als Ersatz verwendet werden. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät

außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Die erforderliche Fehlersuche darf nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Es ist anzunehmen, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach Betauung durch starke Temperaturschwankungen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

Wurde das Gerät geöffnet, ist nach dem Zusammenbau ein Hochspannungstest gemäß den technischen Daten sowie eine Schutzleiterprüfung vorzunehmen.

Lagertemperaturbereich: -20°C bis +55°C

Klimaklasse: KYG nach DIN 40040
0°C...40°C, Luftfeuchtigkeit max. 85%, im Jahresmittel 65%,
keine Betauung



Warnung! Das Gerät muß über den zusätzlichen Erdungsanschluß, Sicherheitslaborbuchse in grün/gelb, angeschlossen werden, wenn vom Meßaufbau im Fehlerfall Erdschlußströme von mehr als 10A ausgehen können, die vom Schutzleiteranschluß der Netzzuleitung nicht mehr sicher abzuleiten sind. In diesem Fall ist das Meßgerät über diesen Erdungsanschluß mit einem Leiter ausreichenden Querschnittes an einen geeigneten Erdungspunkt anzuschließen. Sollte dies nicht möglich sein, muß das Meßgerät über entsprechende Sicherungen am Meßstromkreis angeschlossen werden. Dieser Erdungsanschluß darf weder zur alleinigen Erdung des Meßgerätes verwendet werden, noch darf das Meßobjekt über diesen Anschluß geerdet werden.



Achtung! Vor Anschluß des Netzkabels ist die Übereinstimmung von Netzspannung und Typenschildangabe zu überprüfen.



Warnung! Bei Anschluß der Meßschaltung muß das Meßobjekt spannungsfrei sein.



Warnung! Wenn das Gerät ausgeschaltet oder vom Netz getrennt ist, dürfen keine Signale an die Meßbuchsen angelegt werden.



Achtung! **Folgende Grenzwerte nicht überschreiten:**
I*, I: maximal 18 A (kurzzeitig 50A), maximal 600V@CATIII
Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse.

Ext. Shunt: maximal 8V Signalspannung, keine Spannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse.

U*, U: maximal 600V (kurzzeitig 1500V) zwischen U und U*; maximal 600V@CATIII Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse



Achtung! Die Stromsensor Buchse ist nicht gegen Erde isoliert. Es dürfen deshalb nur isolierende Sensoren eingesetzt werden. Shunt können in der Regel nicht eingesetzt werden!



Achtung! Es dürfen nur berührungssichere Anschlußkabel mit ausreichendem Querschnitt verwendet werden (vom Gerätehersteller lieferbar). Es ist zu überprüfen, daß die zulässige Spannung und die Überspannungskategorie der Kabel dem Meßaufbau angemessen sind.



Achtung! Kabel von externen Sensoren sind oft nur für niedrige Spannungen (<10V) ausgelegt. Für die eigentliche Meßaufgabe ist das in Ordnung. Sollten aber diese Kabel blanke Leiter höherer Spannung berühren, können gefährliche Situationen entstehen!

2 Allgemeines

Das 4-Phasen-Präzisions-Leistungsmeßgerät LMG450 erweitert die ZES Produktlinie von Multimetern für die Leistungsmessung. Es baut auf den Erfahrungen und dem Know-how der bewährten und erfolgreichen ZES-Baureihen LMG90, LMG95 (jeweils 1-phasige Präzisions-Leistungsmessungen) und LMG310 (3-phasige Meßanwendungen) auf.

Bedingt durch seine hohe Abtastrate ermöglicht es sehr genaue Messungen der Leistungs- und Verbrauchsverhältnisse an 1 bis 4-Phasen-Systemen mit beliebiger Last und Signalen mit Frequenzanteilen von DC bis 20kHz.

Transientenüberwachung und -speicherung, Oberschwingungsanalyse sowie zeitliche Darstellung der Signale auf dem Monitordisplay (Oszilloskop-Funktion) sind weitere Eigenschaften des Gerätes.

Besonders hervorzuheben ist die intuitiv erfaßbare, einfache und direkte Bedienung. Meist genügt ein einziger Tastendruck für die Darstellung verschiedener Größen oder eines Menüs für eine neue Geräteeinstellung.

2.1 Leistungsumfang und Einsatzgebiete

Durch die weiten Meßbereiche der Strom-/Spannungskanäle ist das LMG450 für nahezu alle professionellen Meßanwendungen geeignet, insbesondere im Bereich der Umrichter gespeisten Antriebe sowie der Leistungs- und Energieelektronik. Durch voreinstellbare Meßschaltungen für verschiedene Leiter- und Phasensysteme ist der Anwender in der Lage, das Gerät schnell und problemlos seinen Bedürfnissen anzupassen.

Eine weitere Eigenschaft ist die Möglichkeit, die Oberschwingungen eines Meßsignales mittels zuschaltbarer Filter zu unterdrücken, um z.B. bei einem Motor nur die für das Drehmoment maßgeblichen, niederfrequenten Signalanteile zu messen.

Durch eine außerordentlich gute Gleichtaktunterdrückung der einzelnen Meßkanäle sind auch Ströme und Spannungen meßbar, die bis zu 600V mit hohen Frequenzen gegen Erde floaten, was insbesondere bei Messungen an Frequenzumrichtern, Wechselrichtern und Schaltnetzteilen o.ä. unbedingt notwendig ist.

Die Oberschwingungsanalyse ermöglicht die Messung der Netzzrückwirkungen durch Oberschwingungen mit Bewertung nach EN61000-3-2 und ist daher für Precompliance-Prüfungen nach dieser Norm unentbehrlich.

Mit dem optionalen Meßmodus 'Harmonische bis zur 100.' wird der Anwender zusätzlich in die Lage versetzt, die Verteilung der Energie auf verschiedene Frequenzbereiche, und deren Anteile an der Gesamtleistung zu beurteilen.

Durch die große Störfestigkeit gemäß der IEC61000-4 Normenreihe eignet sich das LMG450 auch für den Einsatz in einer stark elektromagnetisch verschmutzten Umgebung, was insbesondere bei der Messung an Komponenten der Leistungselektronik wichtig ist.

Weitere Einsatzgebiete sind die Messung der Verlustleistung von reaktiven und nichtlinearen Komponenten wie Trafos, Drosseln, Motoren, Kondensatoren, Netzteilen, die Ermittlung der Leistungsverhältnisse von photovoltaischen Modulen und sonstigen Komponenten der alternativen Energieerzeugung, die Bestimmung des Wirkungsgrades von Stromrichtern sowie die Leistungsaufnahme und -abgabe von beliebigen (auch pulsbreitenmodulierten) Frequenzumrichtern. Weiterhin können Energie und Ladung von z.B. Akkumulatoren bestimmt werden.

Eine weitere Besonderheit sind die speziellen ZES ZIMMER Stromzangen. Diese vereinigen in einzigartiger Weise die einfache Handhabung einer Stromzange mit der Genauigkeit eines fest installierten Stromsensors im Bereich 0.1A bis 80A. Sie sind kompensiert, um sehr kleine Fehler in Amplitude und Phase über einen großen Frequenzbereich zu garantieren. Dadurch ist es mit diesen Zangen möglich, sinnvoll Wirkleistung!! mit bis zu 0.3% Unsicherheit im Frequenzbereich 5Hz bis 20kHz zu messen. Dies ermöglicht sehr genaue Messungen an Frequenzumrichtern.

2.2 Bedienung

Die Bedienung des LMG450 erfolgt einerseits über Tasten mit einer festen Funktion (im folgenden *kursiv* dargestellt), andererseits werden Softkeys verwendet (**fett** dargestellt), die je nach Menü unterschiedliche Bedeutungen haben. Somit ist es möglich, mit einer überschaubaren Anzahl von Tasten, ohne umständliche Mehrfachbelegungen, sämtliche Funktionen auszuführen. Auch existieren keine Menübäume, die der Anwender durchsuchen muß, um eine bestimmte Anzeige zu erhalten, da alle Menüs mit nur einem Tastendruck erreicht werden können.

Mit den Tasten des oberen Tastenfeldes (*Default*, *Current*, *Voltage*, *Power*, *Int. Val* und *Graph*) werden mittels einem einzigen Tastendruck die entsprechenden Meßwerte angezeigt. Innerhalb dieser Anzeigen kann mittels der Softkeys eine bestimmte Auswahl der jeweiligen Meßwerte angezeigt werden.

Mit Hilfe der Tasten des unteren Tastenfeldes (*Measure*, *Int. Time*, *Custom*, *Ranges*, *Misc.*, *IO/IF*) werden die Menüs zur Parametereinstellung erreicht. Dort kann man, unterstützt von den Softkeys, sämtliche Betriebsparameter einstellen.

Trotz der einfachen und intuitiven Bedienung sollten auch erfahrene Anwender das vorliegende Handbuch durcharbeiten, um Fehlbedienungen zu vermeiden und alle Möglichkeiten des Meßgerätes kennenzulernen.

Es werden folgende Meßmodi unterschieden:

- Normaler Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG450 als Leistungsmeßgerät mit integrierter Scopefunktion. Von den Leistungsmeßkanälen werden die Effektivwerte von Strom, Spannung sowie die Leistung und sich daraus ableitende Größen berechnet.
- prCE Harmonischer Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG450 als Oberschwingungs-Analysator. Die Meßergebnisse werden nach IEC61000-3-2 bewertet. Dieser Modus kann nur für Precompliance-Messungen benutzt werden.
- CE Flicker Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG450 als Flickermeter. Dieser Modus wird bei normgerechten Messungen nach IEC61000-3-3 benutzt.
- Harm100 Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG450 als Oberschwingungs-Analysator. Im Unterschied zum prCE Harmonischen Modus werden hier mehr Oberschwingungen sowie Phasenwinkel und Leistungen gemessen.
- Transientenmodus In diesem Modus arbeitet das LMG450 als Transientenrecorder. Man kann bestimmte Ereignisse definieren und bei deren Eintritt wird die Aufnahme von Abtastwerten abgebrochen.

Welcher dieser Modi aktiv ist, wird im Menü *Measure* global für das gesamte Gerät eingestellt. Abhängig von dieser Einstellung unterscheiden sich auch einige andere Menüs (siehe die jeweilige Beschreibung).

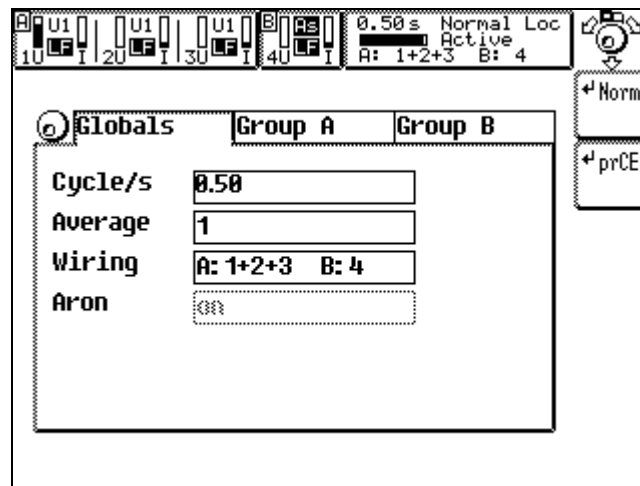


Bild 1: Measuring Menü

2.3 Allgemeine Handhabung des Meßgerätes

Die Menüs werden in der Regel direkt über die Tasten der Frontplatte erreicht. In vielen dieser Menüs finden sich Softkeys, deren Funktion vom jeweiligen Menü abhängt. Über den Softkeys findet man ein Symbol, welches das Verhalten des Drehknopfes wiedergibt:

leer Der Drehknopf ist inaktiv (weder drehen noch drücken hat eine Auswirkung)



Das Drehen wählt eine andere Karteikarte aus. Durch Drücken des Knopfes wird eine neue Auswahl an Softkeys aus einer tieferen Menülage dargestellt.



Das Drehen bewirkt eine vom Menü abhängige Funktion. Durch Drücken des Knopfes kommt man zum höheren Menü zurück.



Texteingabe. Das Drehen hängt von den Softkey Einstellungen ab. Durch Drücken wird das Zeichen der Auswahlliste in das Eingabefeld kopiert (siehe auch 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen').

Die Softkeys gehören zu folgenden Typen. Man kann sie an dem Symbol in der linken oberen Ecke erkennen. Der Text in den Softkeys hängt vom jeweiligen Menü ab.



Ausführungs Softkey. Die vom Text beschriebene Aktion wird unmittelbar und ohne die Möglichkeit eines Abbruchs ausgeführt.



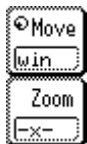
Verzweigungs Softkey. Durch Betätigen dieses Softkeys wird eine Auswahl neuer Softkeys erscheinen. Mit diesen kann man dann die entsprechenden Aktionen ausführen oder man kann die Verzweigung mit *ESC* abbrechen.



Listen Softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys bekommt man eine Auswahlliste. Aus dieser kann man mit dem Drehrad ein Element auswählen und durch Drücken des Drehknopfes oder *ENTER* bestätigen oder man kann mit *ESC* abbrechen.



Texteingabe Softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys kann man Kennungen und Texte eingeben (z.B. Scripteditor oder das Signal für den Analogausgang). Details sind dem Kapitel 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen' zu entnehmen.



Drehrad Aktions Softkey. Das ist eine Gruppe von einem oder mehreren Softkeys. Der Softkey mit dem Drehrad Symbol ist gerade aktiv (in diesem Fall würde man das Fenster verschieben). Alle inaktiven Softkeys haben kein Symbol in der oberen linken Ecke. Wenn man in diesem Beispiel auf **Zoom** drückt, wechselt das Symbol den Softkey.

Der Text in einer kleinen Box (z.B. das -x- im Zoom Knopf) zeigt die aktuelle Einstellung des Softkeys an. Bei obigem Beispiel würde man das Signal in X-Richtung zoomen. Wenn man noch mal auf den Knopf drückt, würde der Text auf -y- wechseln und das Signal in Y-Richtung gezoomt werden



Count softkey. Nach Druck dieses Softkeys kann der betreffende Wert mit den sich öffnenden aufwärts und abwärts Tasten in festen Schritten verändert werden.



Time softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys kann die Zeiteinstellung vorgenommen werden. Die Eingabewerte für Stunde, Minute und Sekunde müssen durch einen Doppelpunkt getrennt werden (Druck der Taste *Misc.*). Nach Beendigung der Einstellungen Bestätigung der Einstellungen mit Druck des Drehknopfes oder *ENTER*, verwerfen der Einstellungen durch *ESC*.



Date softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys kann die Datumseinstellung vorgenommen werden. Die Eingabewerte für Tag, Monat und Jahr müssen durch einen Doppelpunkt getrennt werden (Druck der Taste *Misc.*). Nach Beendigung der

Einstellungen Bestätigung der Einstellungen mit Druck des Drehknopfes oder *ENTER*, verwerfen der Einstellungen durch *ESC*.



Time duration softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys kann eine Zeitdauer eingestellt werden, in der z. B. eine Integration über Meßwerte durchgeführt wird. Die Daten können in verschiedenen Formaten eingegeben werden, z.B. in Sekunden ohne Trennungszeichen oder mit Werten für Stunde, Minute und Sekunde, die durch einen Doppelpunkt getrennt werden müssen (Druck der Taste *Misc.*). Nach Beendigung der Einstellungen Bestätigung der Einstellungen mit Druck des Drehknopfes oder *ENTER*, verwerfen der Einstellungen durch *ESC*.



Digit softkey. Nach Betätigen dieses Softkeys müssen Zahlen eingegeben werden. Nach Beendigung die Eingaben mit *ENTER* bestätigen oder mit *ESC* verwerfen.

2.4 Das Gruppenkonzept

Die vier Meßkanäle des LMG450 bieten sehr viele Meßmöglichkeiten, erfordern aber auch eine spezielle Bedienung. Aus diesem Grunde wurden sogenannte 'Gruppen' eingeführt. In einer Gruppe findet man einen oder mehrere Meßkanäle, die logisch zusammen gehören. Eine Gruppe ist eine logische Einheit und in sehr vielen Menüs werden die Werte und Einstellungen gruppenweise angezeigt bzw. vorgenommen (z.B. Meßbereiche). Die Gruppen werden durch die eingestellte Anschlußschaltung (Wiring) eingestellt (siehe hierzu die Kapitel über die Measuring Menüs).

Man kann drei prinzipielle Meßsituationen unterscheiden:

- Man kann mit allen 4 Kanälen (Gruppe A) am gleichen System (d.h. alle Leitungen haben die gleiche Frequenz) messen. Beispiele für solche Systeme sind 4phasige, umrichter gespeiste Motoren oder Netze mit L1, L2, L3, N und PE (in diesem Fall kann man mit dem 4. Kanal I_n und U_{NPE} messen).

Die Gruppe B wird nicht benutzt!

Als Wiring wird '4+0 Channels' eingestellt.

- Man kann mit den ersten 3 Kanälen (Gruppe A) an einem System messen und mit dem 4. Kanal (Gruppe B) an einem anderen. Beispiele für solche Systeme sind 3phasig gespeiste Geräte mit einphasigem Ausgang, Motoranwendungen, bei denen das Drehmoment mit dem 4. Kanal gemessen werden kann oder auch Automobilanwendungen bei denen mit dem 4. Kanal die Leistung der Batterie bestimmt wird.

Als Standard Wiring wird '3+1 Channels' eingestellt.

Wenn man die Option Stern-Dreieck-Umrechnung (L45-O6) eingebaut hat, stehen drei weitere Anschlußmöglichkeiten zur Verfügung:

'3+1, $U \cdot I^* \rightarrow U \Delta I \Delta$ '

‘3+1, UΔI*->UΔIAΔ’

‘3+1, UΔI*->U*I*’

- Man kann mit 2 Kanälen (Gruppe A) an einem System messen und mit den beiden anderen Kanälen (Gruppe B) an einem anderen. So etwas ist beispielsweise bei 3phasigen Konvertern von 50Hz auf 60Hz notwendig.

Beide Gruppen werden in der 2-Wattmeter-Methode gemessen. Es gibt zwei mögliche Applikationen:

Man mißt ein 3-Phasen, 3-Leitersystem (Aron-Schaltung, **Aron** auf on gestellt)

Man mißt ein 2-Phasen, 3-Leitersystem (**Aron** auf off gestellt)

Als Standard-Wiring wird ‘2+2 Channels’ eingestellt.

Wenn man die Option Stern-Dreieck-Umrechnung (L45-O6) eingebaut hat, stehen zwei weitere Anschlußmöglichkeiten zur Verfügung:

‘2+2, UΔI*->UΔIAΔ’

‘2+2, UΔI*->U*I*’

Wenn in einer Gruppe mehr als ein Meßkanal existiert, können zusätzliche Informationen zu der Gruppe angezeigt werden:

- Aus den Abtastwerten mehrerer Meßkanäle können weitere Größen berechnet werden. Zum Beispiel kann man bei der Aron-Schaltung den nicht gemessenen Strom und die nicht gemessene Spannung berechnen und anzeigen. Dieser sogenannte ‘verkettete Kanal’ wird wie ein normaler Meßkanal ausgewertet, d.h. man kann alle Größen messen, Scope anzeigen, Harmonische berechnen, ...
- Aus den Meßergebnissen aller Meßkanäle einer Gruppe können Summenwerte berechnet werden (z.B. Summenleistung, Gesamtenergie, ...). Diese Kanäle werden als Summenkanäle bezeichnet.

Nachfolgend findet man eine Übersicht über die Wirings, die Gruppen, die gemessenen Werte und wo man sie im Display findet. Die Beschreibung der Überschriften findet sich in 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’:

Wiring ‘4+0 Channels’

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals	Chn1 A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals	Chn2 A:2
3	A	Die Werte des 3. Meßkanals	Chn3 A:3
4	A	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 A:4
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 1-4) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(1-4) A:13

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.1, 'Meßschaltung für typische Messungen an Drehstromnetzen über den internen Strompfad'

Wiring '3+1 Channels'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals	Chn1 A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals	Chn2 A:2
3	A	Die Werte des 3. Meßkanals	Chn3 A:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 B:4
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 1-3) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(1-3) A:13

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.2, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen'

Wiring '2+2 Channels'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift, wenn Aron auf off gesetzt ist
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals	Chn1 A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals	Chn2 A:2
3	B	Die Werte des 3. Meßkanals	Chn3 B:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 B:4
5	A	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_3 und die Spannung U_{12} der Gruppe A (verketteter Kanal)	Link12 (U_3, I_3) A:5
6	B	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_3 und die Spannung U_{12} der Gruppe B (verketteter Kanal)	Link34 (U_3, I_3) B:6
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 1-2) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(1-2) A:13
14	B	Die Summenwerte (Anzeigekanal 3-4) der Gruppe B (Summenkanal)	Sum(3-4) B:14

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen', wenn man 'L2' durch 'N' ersetzt.

Wiring '2+2 Channels'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift, wenn Aron auf on gesetzt ist
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals	Chn1 (U_{12}, I_1) A:1

Anzeige- kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift, wenn Aron auf on gesetzt ist
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals	Chn2 (U32,I3) A:2
3	B	Die Werte des 3. Meßkanals	Chn3 (U12,I1) B:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 (U32,I3) B:4
5	A	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2 und die Spannung U_{31} der Gruppe A (verketteter Kanal)	Link12 (U31,I2) A:5
6	B	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2 und die Spannung U_{31} der Gruppe B (verketteter Kanal)	Link34 (U31,I2) B:6
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 1-2) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(1-2) A:13
14	B	Die Summenwerte (Anzeigekanal 3-4) der Gruppe B (Summenkanal)	Sum(3-4) B:14

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen'

Für zusätzliche Informationen siehe auch Kapitel 5.3, 'Meßwertdefinitionen'

Als allgemeine Regel kann man sagen, daß die Anzeigekanäle wie folgt geordnet sind:

1. Alle Meßkanäle
2. Alle verketteten Kanäle, die aus Abtastwerten berechnet sind
3. Alle Summenkanäle

2.5 Verkettete Werte (Option L45-O6)

Wenn die Option Stern-Dreieck-Umrechnung (L45-O6) installiert ist, kann man Meßwerte bestimmen, die man nicht direkt messen kann (z.B. bei einem Motor in Dreieckschaltung ist der Leistungsfaktor pro Wicklung gefragt. Mit der Anschaltung '3+1, $U\Delta I^* \rightarrow U\Delta I\Delta$ ' kann man diese Größe bestimmen. Es werden die Spannungen im Dreieck und die Ströme im Stern gemessen. Als Meßergebnisse werden aber zusätzlich die Dreieckswerte aller Ströme, Spannungen und Leistungen angezeigt).

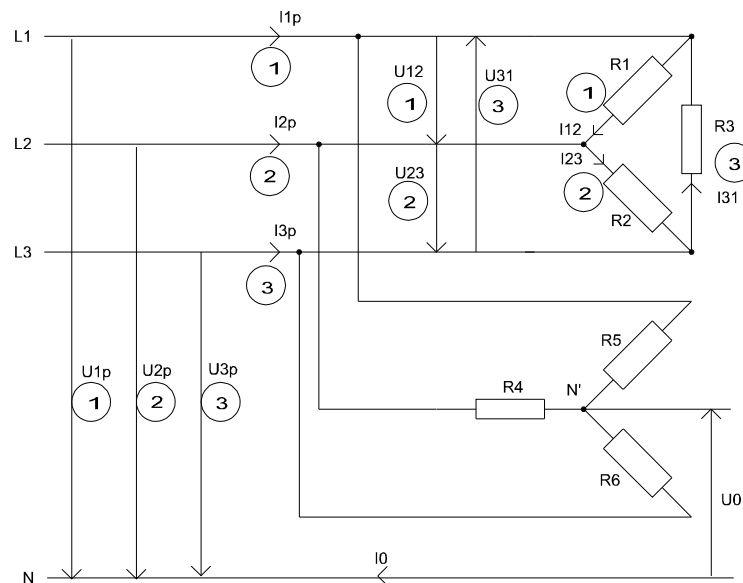


Bild 2: Lage der verschiedenen verketteten Werte

Wichtiger Hinweis!

Man kann eine Stern-Dreieck-Umrechnung natürlich nur durchführen, wenn die Physik stimmt. Deshalb haben wir für die Umrechnung folgende Annahmen gemacht:

- $u_1 + u_2 + u_3 = 0$
- $u_{12} + u_{23} + u_{31} = 0$
- $i_1 + i_2 + i_3 = 0$
- $i_{12} + i_{23} + i_{31} = 0$

Diese Annahmen könnten zum Beispiel in den nachfolgenden Fällen nicht erfüllt sein:

- Man hat eine Sternschaltung bei der Strom aus dem Sternpunkt herausfließt (z.B. über den Neutralleiter). Diese kann man natürlich nicht umrechnen, da man nach der Umrechnung nur noch 3 Leiter zur Verfügung hat.
Das ist ein typisches Problem bei Frequenzumrichtern: Durch die hohe Taktfrequenz können Ströme kapazitiv über Erde fließen, was dann der 4. Leiter wäre.
- Man hat eine Dreieckschaltung. Wenn in mindestens einem der Zweige Quellen vorhanden sind (z.B. durch Induktion), können innerhalb des Dreiecks Kreisströme fließen

Nachfolgend findet man eine Übersicht über die Wirings, die Gruppen, die gemessenen Werte und wo man sie im Display findet. Die Beschreibung der Überschriften findet sich in 5.4, 'Anzeige von Meßwerten'. Hinter der Gruppierung sieht man jeweils welche Spannungen und Ströme gemessen werden, und in welche Werte sie umgerechnet werden.

Wiring '3+1, U*I*->UΔIΔ'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte der Sternschaltung, gemessen mit dem 1. Kanal (U_1, I_1)	Chn1 (U_1, I_1) A:1
2	A	Die Werte der Sternschaltung, gemessen mit dem 2. Kanal (U_2, I_2)	Chn2 (U_2, I_2) A:2
3	A	Die Werte der Sternschaltung, gemessen mit dem 3. Kanal (U_3, I_3)	Chn3 (U_3, I_3) A:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 B:4
5	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{12}, I_{12}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{12}, I_{12}) A:5
6	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{23}, I_{23}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{23}, I_{23}) A:6
7	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{31}, I_{31}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{31}, I_{31}) A:7
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 5-7) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(5-7) A:13

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.2, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen'

Wiring '3+1, UΔI*->UΔIΔ'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals(U_{12}, I_1)	Chn1 (U_{12}, I_1) A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals(U_{23}, I_2)	Chn2 (U_{23}, I_2) A:2
3	A	Die Werte des 3. Meßkanals(U_{31}, I_3)	Chn3 (U_{31}, I_3) A:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 B:4
5	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{12}, I_{12}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{12}, I_{12}) A:5
6	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{23}, I_{23}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{23}, I_{23}) A:6
7	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{31}, I_{31}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_{31}, I_{31}) A:7
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 5-7) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(5-7) A:13

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.3, 'Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)'

Wiring '3+1, UΔI*->U*I*'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals(U_{12} , I_1)	Chn1 (U_{12}, I_1) A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals(U_{23} , I_2)	Chn2 (U_{23}, I_2) A:2
3	A	Die Werte des 3. Meßkanals(U_{31} , I_3)	Chn3 (U_{31}, I_3) A:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals	Chn4 B:4
5	A	Die Werte der Sternschaltung (U_1 , I_1), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_1, I_1) A:5
6	A	Die Werte der Sternschaltung (U_2 , I_2), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_2, I_2) A:6
7	A	Die Werte der Sternschaltung (U_3 , I_3), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 3	Link123 (U_3, I_3) A:7
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 5-7) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(5-7) A:13

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.3, 'Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)'

Wiring '2+2, UΔI*->UΔIΔ'

Anzeige-kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals (U_{12} , I_1)	Chn1 (U_{12}, I_1) A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals(U_{32} , I_3)	Chn2 (U_{32}, I_3) A:2
3	B	Die Werte des 3. Meßkanals(U_{12}' , I_1')	Chn3 (U_{12}, I_1) B:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals(U_{32}' , I_3')	Chn4 (U_{32}, I_3) B:4
5	A	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2 und die Spannung U_{31} der Gruppe A (verketteter Kanal)	Link12 (U_{31}, I_2) A:5
6	B	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2' und die Spannung U_{31}' der Gruppe B (verketteter Kanal)	Link34 (U_{31}, I_2) B:6
7	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{12} , I_{12}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U_{12}, I_{12}) A:7
8	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{23} , I_{23}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U_{23}, I_{23}) A:8
9	A	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{31} , I_{31}), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U_{31}, I_{31}) A:9
10	B	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{12}' , I_{12}'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U_{12}, I_{12}) B:10

Anzeige- kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
11	B	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{23}' , I_{23}'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U23,I23) B:11
12	B	Die Werte der Dreieckschaltung (U_{31}' , I_{31}'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U31,I31) B:12
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 7-9) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(7-9) A:13
14	B	Die Summenwerte (Anzeigekanal 10-12) der Gruppe B (Summenkanal)	Sum(10-12) B:14

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen'

Wiring '2+2, UΔI*->U*I*'

Anzeige- kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
1	A	Die Werte des 1. Meßkanals (U_{12} , I_1)	Chn1 (U12,I1) A:1
2	A	Die Werte des 2. Meßkanals(U_{32} , I_3)	Chn2 (U32,I3) A:2
3	B	Die Werte des 3. Meßkanals(U_{12}' , I_1')	Chn3 (U12,I1) B:3
4	B	Die Werte des 4. Meßkanals(U_{32}' , I_3')	Chn4 (U32,I3) B:4
5	A	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2 und die Spannung U_{31} der Gruppe A (verketteter Kanal)	Link12 (U31,I2) A:5
6	B	Der berechnete (nicht gemessene) Strom I_2' und die Spannung U_{31}' der Gruppe B (verketteter Kanal)	Link34 (U31,I2) B:6
7	A	Die Werte der Sternschaltung (U_1 , I_1), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U1,I1) A:7
8	A	Die Werte der Sternschaltung (U_2 , I_2), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U2,I2) A:8
9	A	Die Werte der Sternschaltung (U_3 , I_3), berechnet aus den Anzeigekanälen 1 bis 2	Link12 (U3,I3) A:9
10	B	Die Werte der Sternschaltung (U_1' , I_1'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U1,I1) B:10
11	B	Die Werte der Sternschaltung (U_2' , I_2'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U2,I2) B:11
12	B	Die Werte der Sternschaltung (U_3' , I_3'), berechnet aus den Anzeigekanälen 3 bis 4	Link34 (U3,I3) B:12

Anzeige- kanal	Gruppe	Bedeutung	Überschrift
13	A	Die Summenwerte (Anzeigekanal 7-9) der Gruppe A (Summenkanal)	Sum(7-9) A:13
14	B	Die Summenwerte (Anzeigekanal 10-12) der Gruppe B (Summenkanal)	Sum(10-12) B:14

Für eine typische Meßanschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen'

Für zusätzliche Informationen siehe auch Kapitel 5.3, 'Meßwertdefinitionen'.

3 Inbetriebnahme

3.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes

Beim Auspacken muß das Gerät auf eventuelle Beschädigungen überprüft werden. Sollten Transportschäden entstanden sein, müssen diese sofort dem Zusteller gemeldet werden. Ist mit den Schäden ein gefahrloser Betrieb des Gerätes nicht möglich, darf es nicht in Betrieb genommen werden.

Die Verpackung ist optimal auf das Gerät abgestimmt und sollte für einen Transport des Gerätes (z.B. zur jährlichen Kalibrierung nach ISO9000) aufbewahrt werden.

Zum Lieferumfang gehören:

- 1 4-Phasen-Präzisionsmeßgerät LMG450
- 1 Benutzerhandbuch
- 16 Sicherheitslaborkabel, 2.5mm², 1m, je 8 in grau/violett,
- 1 Netzanschlußkabel
- Weiteres Zubehör gemäß Lieferschein

Das Meßgerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf dementsprechend nicht bei besonders großem Staub- oder Feuchtigkeitsgehalt der Luft betrieben werden. Um eine ausreichende Luftzirkulation zu erreichen, sollte das Gerät nur waagerecht oder mit Hilfe der Aufstellfüße schräg stehend betrieben werden.

3.2 Grundeinstellungen

Prinzipiell speichert das LMG450 die Einstellungen und das zuletzt benutzte Menü. Werden beim Einschalten die beiden unteren Softkeys gedrückt gehalten, schreibt das LMG450 in alle Parameter die Werks-Grundeinstellungen.

Hiermit kann man auch fehlerhafte Scripte entfernen, die das Gerät möglicherweise blockieren.

3.3 Anschluß des LMG450

Bitte auch die Hinweise in Kapitel 1.1, 'Sicherheitshinweise' beachten!

Für eine richtige Darstellung des Vorzeichens von Leistungen ist das Meßobjekt so anzuschließen, daß die grauen Buchsen (U und I) das Bezugspotential bilden, d.h. die Quelle des Signals sollte in die Buchsen U* und I* eingespeist werden. Bei Gleichspannungen bzw. Strömen sind die mit Stern gekennzeichneten Buchsen die positiven Anschlüsse.

Die nachfolgenden Diagramme sind Beispiele für typische Anschlußschaltungen des LMG450. Es ist aber generell auch jede andere Anschaltung möglich (spannungsrichtig statt stromrichtig, ...)

3.3.1 Meßschaltung für typische Messungen an Drehstromnetzen über den internen Strompfad

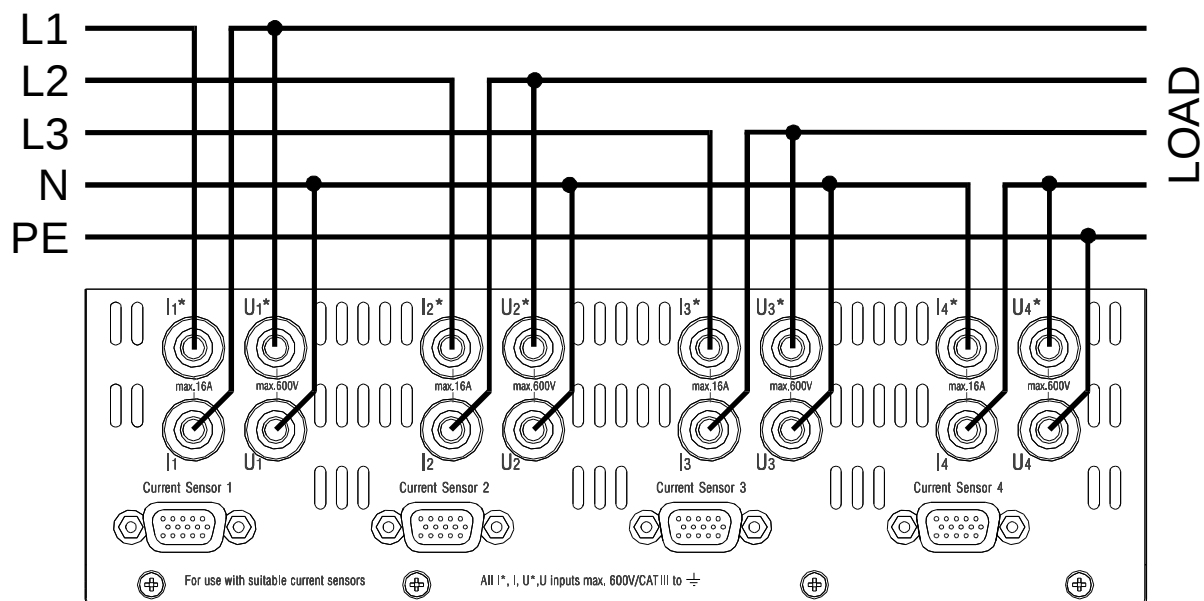


Bild 3: Drehstromsystem

Bei dieser Anschaltung wird mit den ersten drei Meßkanälen die Leistung des Drehstromsystems gemessen. Der vierte Kanal mißt den Strom im N-Leiter und die Spannung zwischen N-Leiter und PE. Natürlich muß der 4. Kanal nicht angeschlossen werden, wenn die Werte nicht interessieren.

Als Meßschaltung sollte Wiring '3+1 Channels' benutzt werden.

Wiring '4+0 Channels' ist prinzipiell auch möglich, allerdings würde eine evtl. im vierten Kanal gemessene Leistung dem Summenkanal zugeschlagen (dies kann je nach Art der Messung auch richtig sein, ist aber im Einzelfall zu prüfen).

3.3.2 Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen

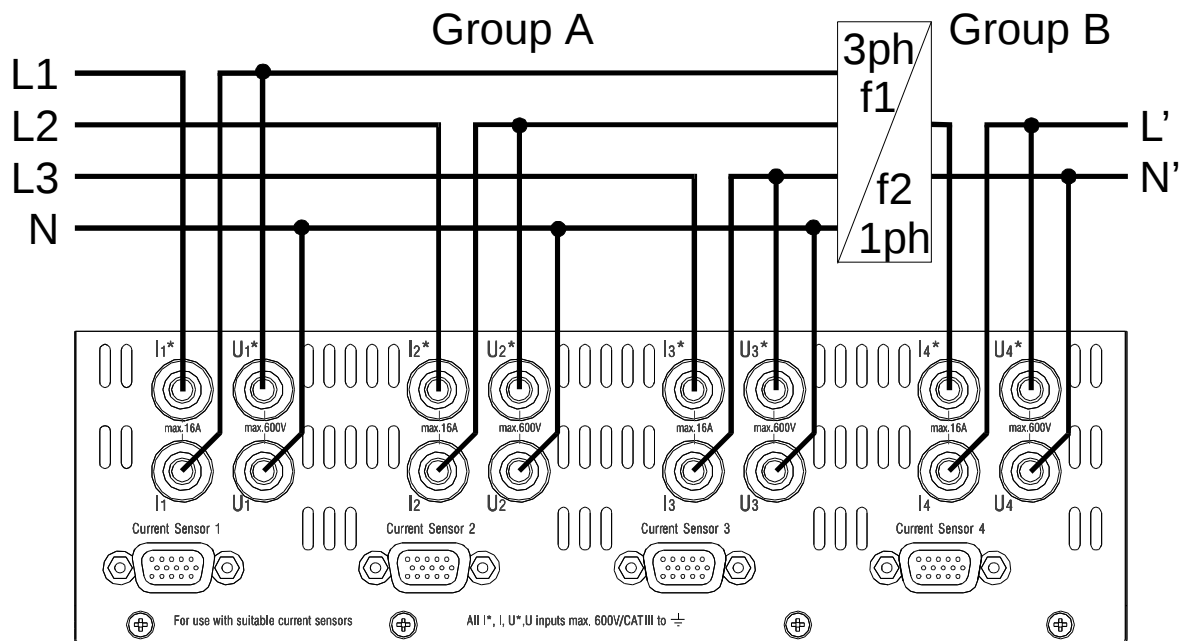


Bild 4: Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen

Mit der Gruppe A wird die Leistung des dreiphasigen Systems bestimmt, die Gruppe B mißt das einphasige System. Die Frequenzen in der Gruppe A und B dürfen verschieden sein.

Man kann diese Schaltung natürlich auch in der umgekehrten Reihenfolge betreiben, mit einer einphasigen Quelle und einer Dreiphasigen Last (z.B. Wechselrichter zwischen Solaranlage und Netz).

Als Meßschaltung sollte Wiring '3+1 Channels' benutzt werden. Wenn die 3phasige Last in Sternschaltung geschaltet und die Option Stern-Dreieck-Umrechnung (L45-O6) installiert ist, kann man mit dem Wiring '3+1, U*I*->UΔIΔ' die Werte der Dreieckschaltung messen.

3.3.3 Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)

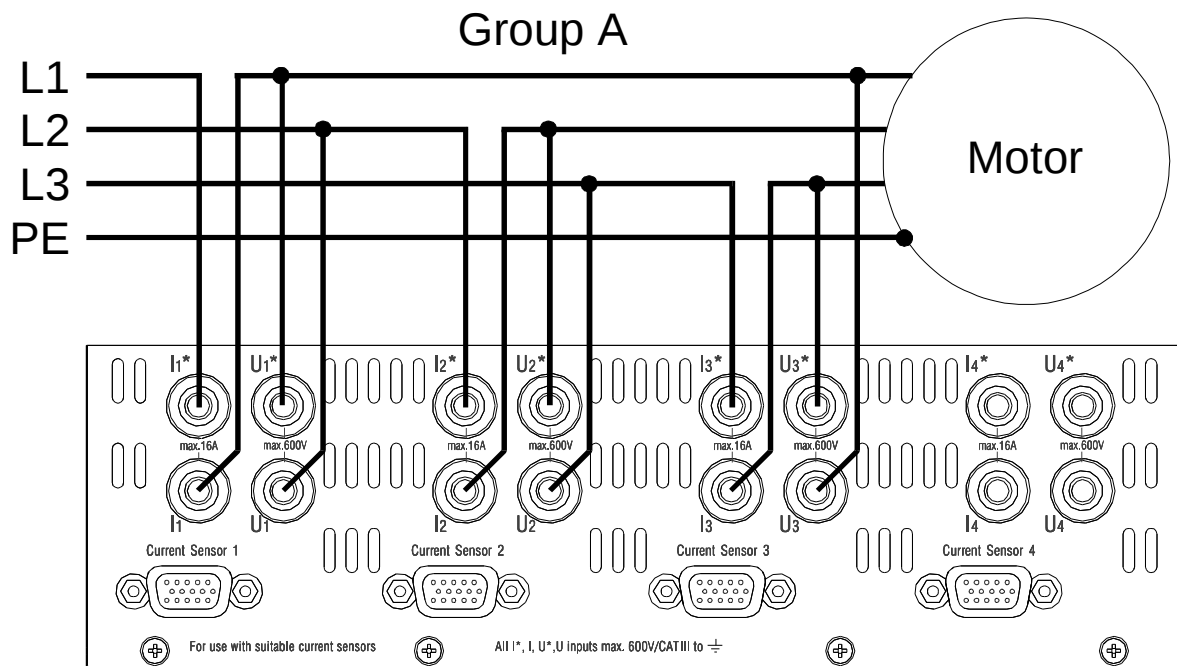


Bild 5: Stern-Dreieck-Umrechnung

Mit der Gruppe A werden die verketteten Spannungen und die Phasenströme gemessen. Das LMG450 berechnet aus diesen Werten eine Leistung für jeden Meßkanal, die aber nicht der Leistung des Motors entspricht, da die gemessenen Spannungen (U_{12} , U_{23} und U_{31}) nicht zu den gemessenen Strömen (I_1 , I_2 und I_3) gehören. Die Leistungswerte sind ein Mix von Stern und Dreieckswerten.

Aber mit der Stern-Dreieck-Umrechnung kann man entweder die Spannungen in Sternspannungen umrechnen oder die Ströme in Dreiecksströme. Das hängt von der Last ab. Nun sind die Ströme und Spannungen in gleicher Anschaltung gemessen und die Angezeigten Leistungen existieren tatsächlich in der Schaltung!

Die Gruppe B kann unabhängig für andere Messungen benutzt werden.

Diese Anschaltung sollte mit dem Wiring '3+1, $U\Delta I^* \rightarrow U\Delta I\Delta$ ' oder '3+1, $U\Delta I^* \rightarrow U^* I^*$ ' gemessen werden.

3.3.4 Aron Schaltung mit Wandlern

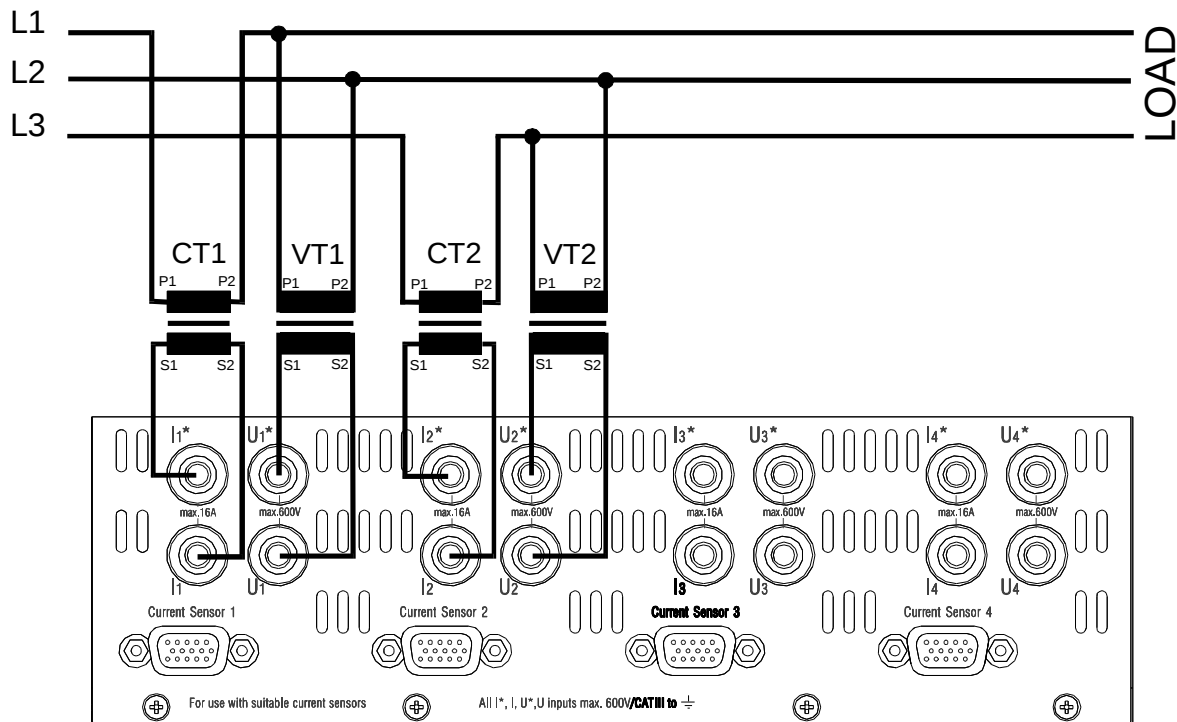


Bild 6: Aron Schaltung mit Strom- und Spannungswandlern

Diese Schaltung wird genutzt um drei Phasensysteme ohne Neutraleiter auszumessen. Dieser Meßkreis sollte im Wiring '2+2 Channels' genutzt werden. Um die Meßbereiche zu erhöhen werden hier Strom und Spannung über Wandler aufgenommen, um z.B. in Mittel- oder Hochspannungsnetzen zu messen. Die beiden freien Kanäle können zur Messung eines weiteren Systems genutzt werden (siehe „3.3.5 Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen“).

Bei der Benutzung von Strom- oder Spannungswandlern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und -normen anzuwenden (z.B. bezüglich Erdung, Isolation, ...)!

3.3.5 Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen

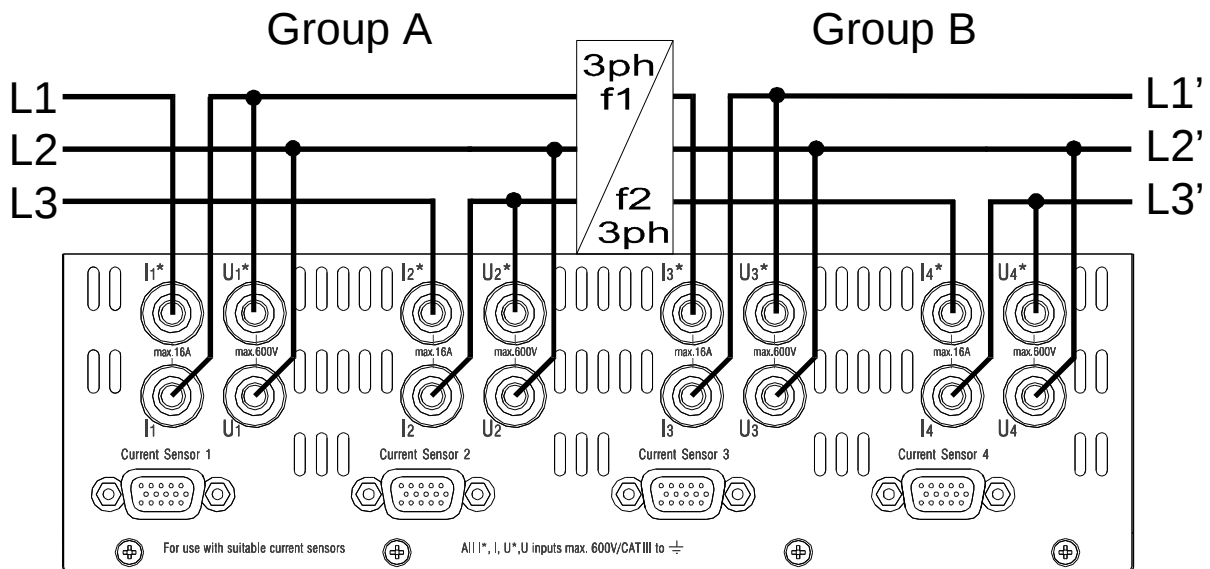


Bild 7: Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen

Mit der Gruppe A wird die Leistung des ersten Systems bestimmt, die Gruppe B mißt das zweite aus. Die Frequenzen in der Gruppe A und B dürfen verschieden sein. Dies ist eine doppelte Aronschaltung. Als Meßschaltung sollte Wiring '2+2 Channels' benutzt werden. Wenn die Option Stern-Dreieck-Umrechnung (L45-O6) installiert ist, kann man mit dem Wiring '2+2, $U_{AI}^* \rightarrow U_{AI\Delta}$ ' die Werte der Dreieckschaltung messen, mit dem Wiring '2+2, $U_{AI}^* \rightarrow U^* I^*$ ' die Werte einer Sternschaltung.

3.3.6 Meßschaltung mit externem Stromsensor

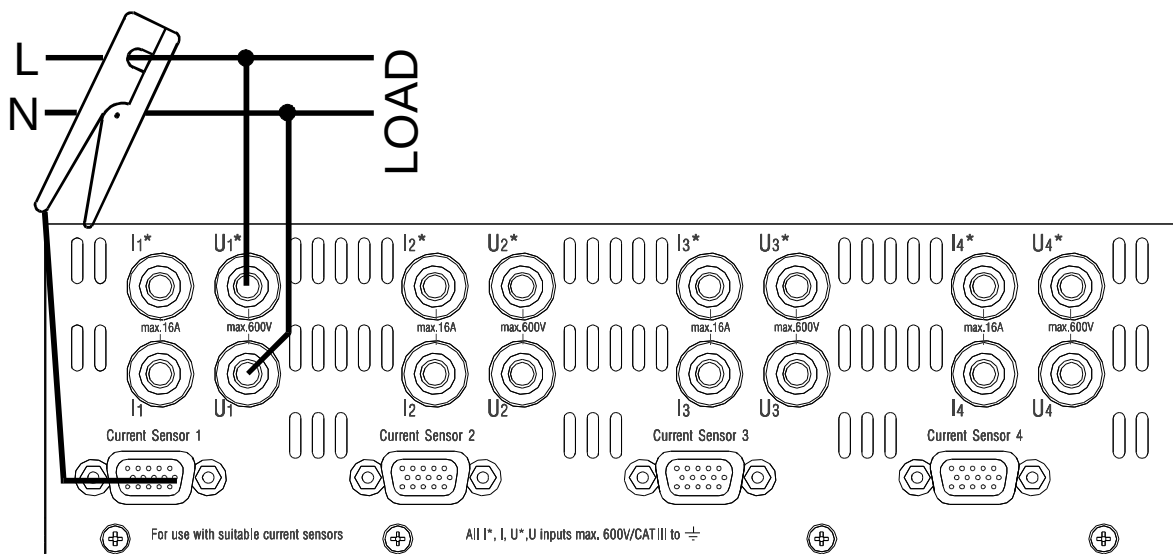


Bild 8: Meßschaltung mit externem Stromsensor

Hier sieht man, wie ein externer Stromsensor angeschlossen wird. Das LMG450 erkennt den Typ automatisch und stellt das Range-Menü entsprechend ein.

Zum einfachen Gebrauch haben alle ZES Sensoren ein EEPROM implementiert, in welches Name, Skalierung, Meßbereiche, Justier- und Laufzeitwerte abgelegt werden können. Das LMG erkennt automatisch diese Sensoren und stellt die entsprechenden Werte im Range-Menü ein. Zusätzlich werden einige Fehler der Sensoren (Übersetzungsfehler, Laufzeiten) korrigiert. Somit bekommt man die bestmöglichen Meßergebnisse mit den Sensoren.

Die meisten Sensoren werden vom LMG versorgt. Einige haben aber auch einen 9 polige SUB-D Anschluß für eine externe Stromversorgung (z.B. PSU-S6). Dieser muß dann natürlich auch angeschlossen werden.

Bei dieser einphasigen Anwendung kann jedes Wiring benutzt werden.

3.3.7 Messen sehr großer Ströme

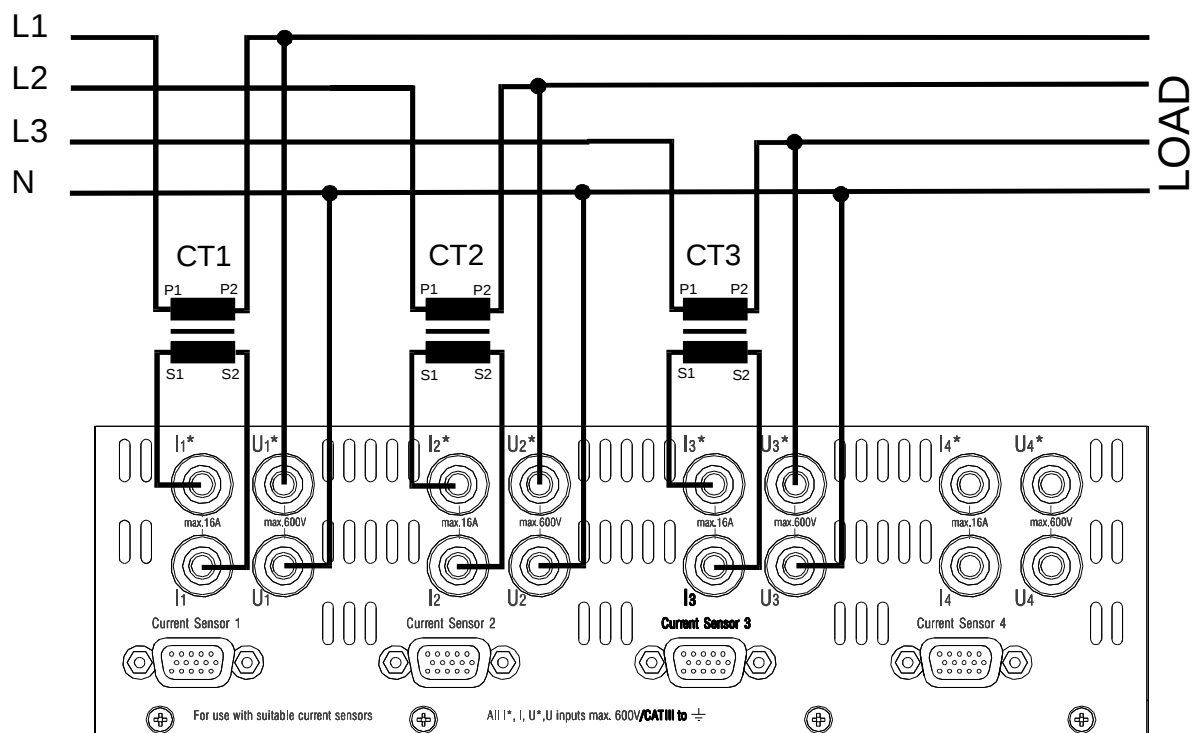


Bild 9: Meßschaltung zur Messung sehr großer Ströme und direkt gemessener Spannung

Im obigen Bild wird die Meßschaltung eines 3/4 Phasen Systems mit sehr großen Strömen gezeigt. Die Strompfade sind über Stromwandler angeschaltet um den Meßbereich zu erhöhen. Das empfohlene Wiring '3+1 Channels'.

Bei der Benutzung von Strom- oder Spannungswandlern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und -normen anzuwenden (z.B. bezüglich Erdung, Isolation, ...)!

3.3.8 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz

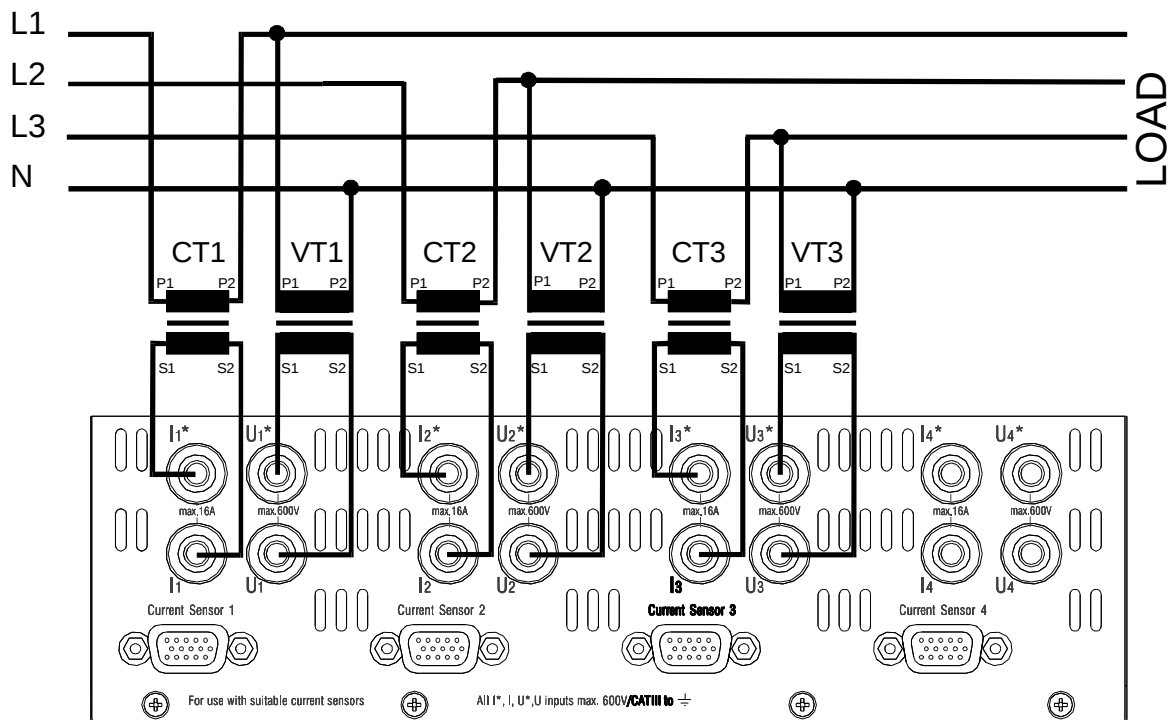


Bild 10: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz

Diese Meßschaltung sollte verwendet werden um in Mittel- oder Hochspannungsnetzen zu messen. Wie im Bild gezeigt existiert kein PE Schutzleiter. Um die großen Ströme und Spannungen zu verarbeiten sind beide Meßgrößen über Meßwandler an die Kanäle angeschaltet. Hier sollte ebenfalls das Wiring '3+1 Channels' gewählt werden.

Bei der Benutzung von Strom- oder Spannungswandlern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und -normen anzuwenden (z.B. bezüglich Erdung, Isolation, ...)!

3.3.9 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N

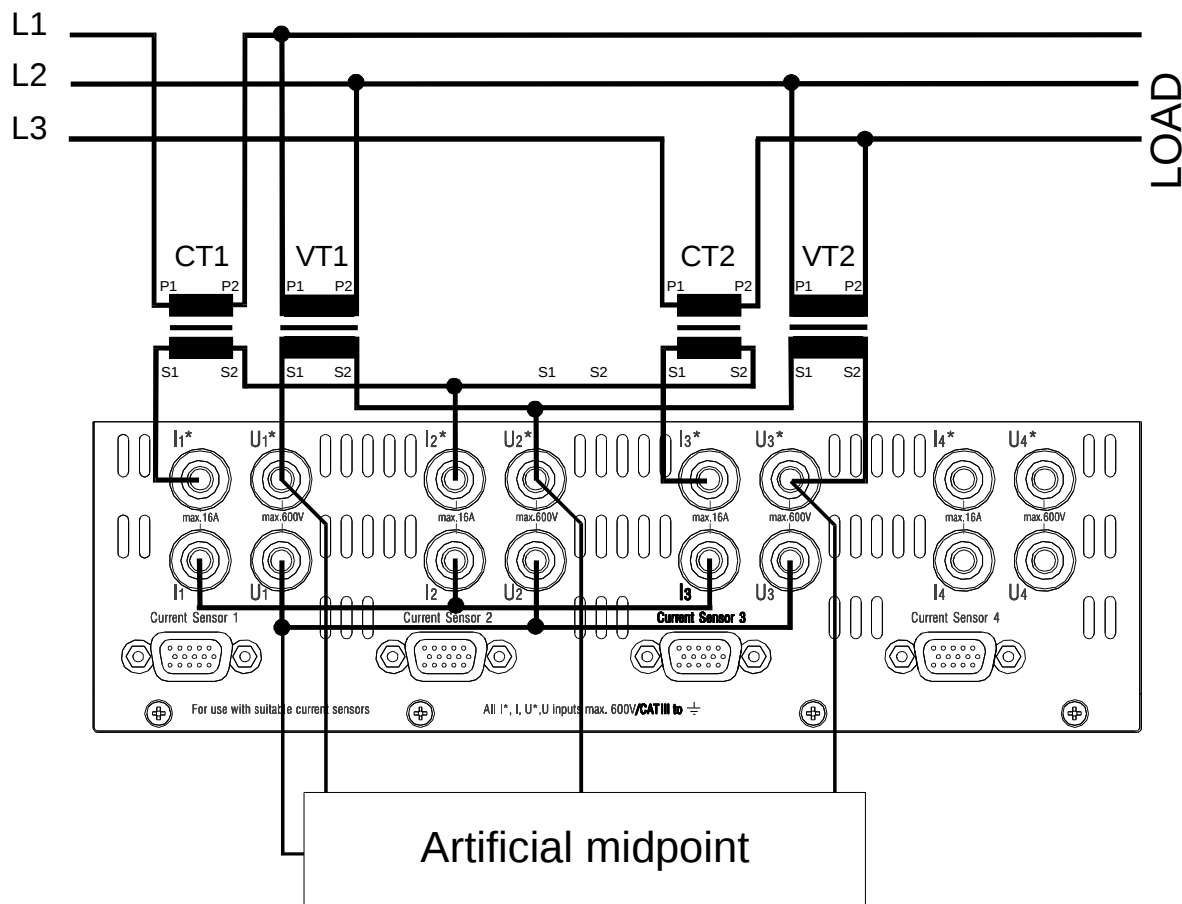


Bild 11: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N mit Mittelpunktachbildung

Diese Meßschaltung sollte verwendet werden um in Mittel- oder Hochspannungsnetzen ohne N zu messen. Um die großen Ströme und Spannungen zu verarbeiten sind beide Meßgrößen über Meßwandler an die Kanäle angeschaltet. Hierbei braucht man nur jeweils 2 Wandler. Hier sollte ebenfalls das Wiring '3+1 Channels' gewählt werden.

Bei der Benutzung von Strom- oder Spannungswandlern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und -normen anzuwenden (z.B. bezüglich Erdung, Isolation, ...)!

Bitte beachten

Die Strom- bzw. Spannungswandler sind jeweils über eine Leitung verbunden. Nur diese Leitung darf geerdet werden, da ansonsten die Gefahr von Kurzschlüssen über die verschiedenen Erdungspunkte besteht.

3.3.10 Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N

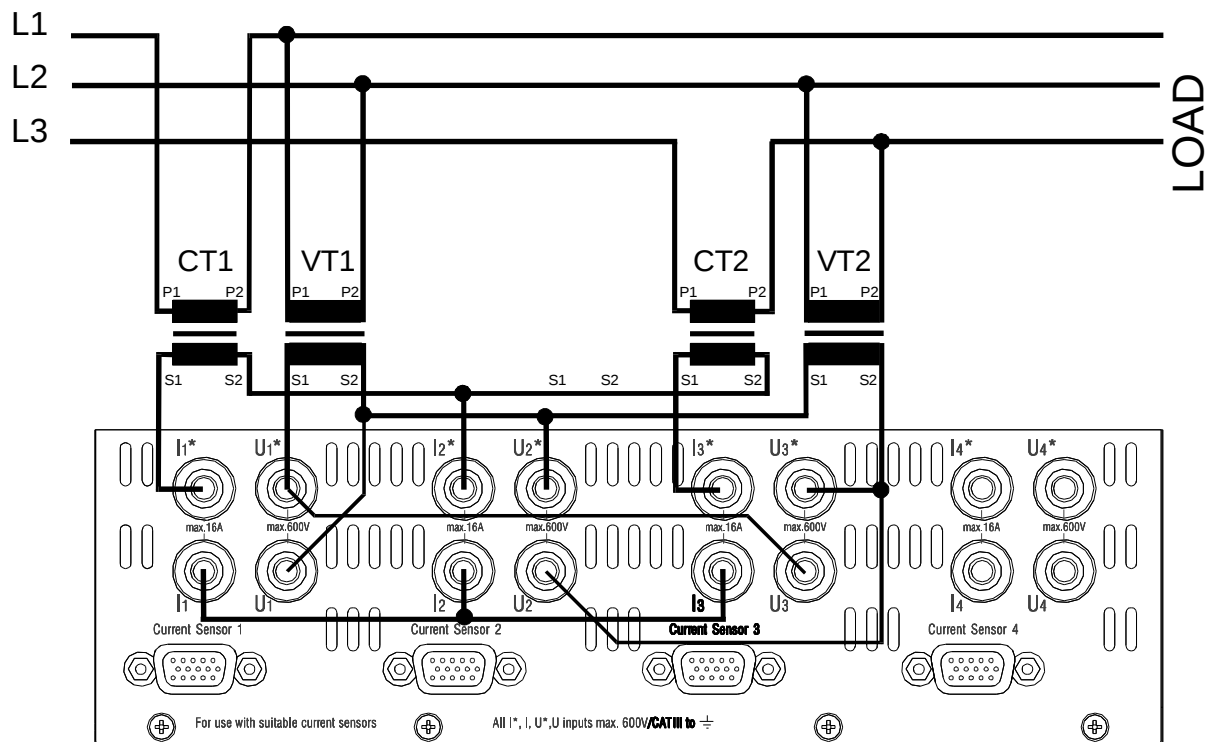


Bild 12: Meßschaltung für Messungen im Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N mit Stern-Dreieck-Umrechnung

Diese Meßschaltung sollte verwendet werden um in Mittel- oder Hochspannungsnetzen ohne N zu messen. Um die großen Ströme und Spannungen zu verarbeiten sind beide Meßgrößen über Meßwandler an die Kanäle angeschaltet. Hierbei braucht man nur jeweils 2 Wandler. Hier sollte das Wiring '3+1, UΔI*->UΔIA' oder '3+1, UΔI*->U*I*' gewählt werden.

Bei der Benutzung von Strom- oder Spannungswandlern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und -normen anzuwenden (z.B. bezüglich Erdung, Isolation, ...)!

Bitte beachten

Die Strom- bzw. Spannungswandler sind jeweils über eine Leitung verbunden. Nur diese Leitung darf geerdet werden, da ansonsten die Gefahr von Kurzschlüssen über die verschiedenen Erdungspunkte besteht.

4 Bedienelemente

4.1 Frontseite

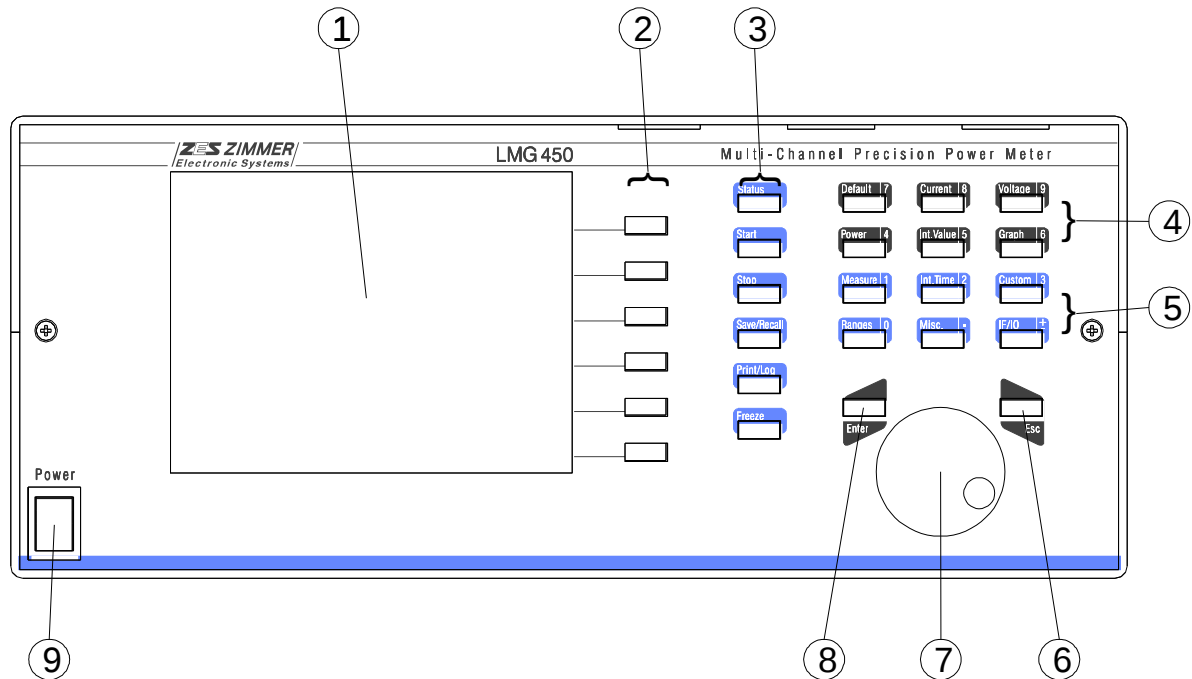


Bild 13: Frontseite

1 Grafisches Display

2 6 Softkeys

Ihre Funktion hängt von der jeweiligen Anzeige ab.

3 Spezielle Funktionstasten

Status: Hier sind Statusinformationen über das LMG450 erhältlich

Start: Starten zeitabhängiger Messungen

Stop: Stoppen zeitabhängiger Messungen

Save/Recall: Die Meßwerte werden auf Speicherkarte geschrieben

Print/Log: Das aktuelle Menü wird auf dem Drucker oder Loggdevice ausgegeben.

Freeze: Die Aktualisierung der Display-Daten wird gestoppt oder fortgesetzt.

4 Dunkle Menütasten

Mit diesen Tasten werden verschiedenen Anzeigemenüs aufgerufen:

Default, Current, Voltage, Power, Int. Val und Graph.

Eine zweite Funktion dieser Tasten ist die Eingabe der Zahlen '4' bis '9'.

5 Lila Menütasten

Mit diesen Tasten werden verschiedenen Einstellmenüs aufgerufen:

Measure: Grundlegende Meßparameter

Int. Time: Einstellungen für zeitabhängige Messungen

Custom: Einstellungen für benutzerdefinierte Menüs

Ranges: Meßbereichswahl

Misc: Einstellung von Uhrzeit, Helligkeit, ..

IF/IO: Einstellungen von Geräteoptionen

Eine zweite Funktion dieser Tasten ist die Eingabe der Zahlen '0' bis '3' sowie '.' und '-'.

6 ESC Taste

Diese Taste wird zum Abbrechen von Eingaben und zum Bestätigen von Fehlermeldungen benutzt.

7 Drehknopf

Dieser Drehknopf wird für verschiedenste Einstellungen von Zahlen, Auswahllisten und Cursorpositionen benutzt. Eine Rechtsdrehung vergrößert die Zahl. In der Regel kann man durch Drücken des Knopfes eine Auswahl bestätigen.

8 ENTER Taste

Diese Taste wird zum Bestätigen von Eingaben und Fehlermeldungen benutzt.

9 Netzschalter

4.2 Rückseite

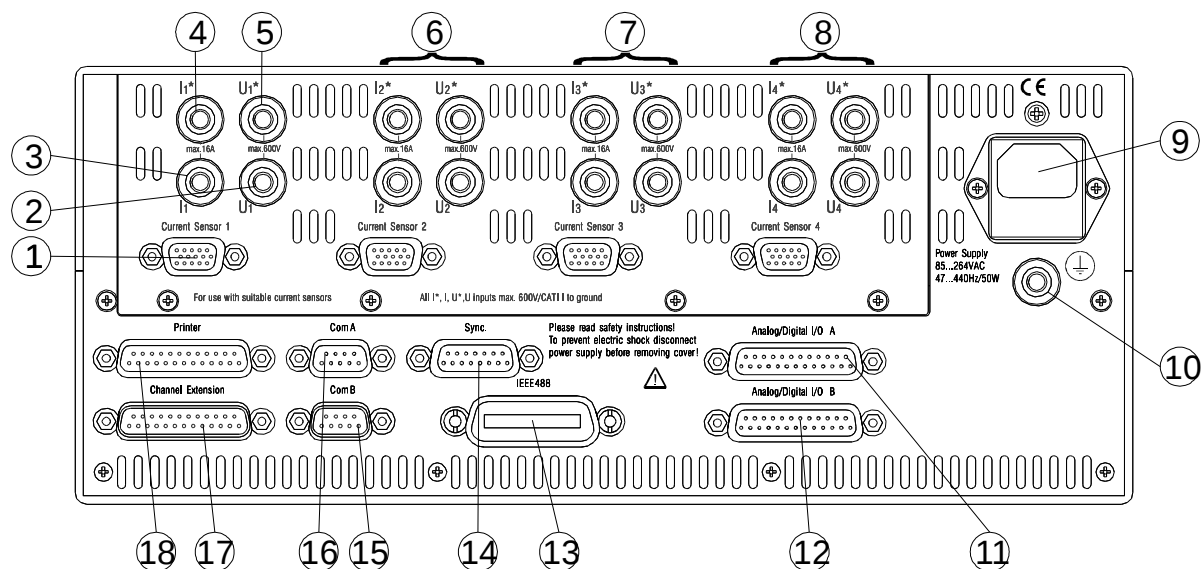


Bild 14: Rückseite

Erster Meßkanal:

1 Eingang für externen Stromsensor

Hierüber können isolierende externe Stromumsetzer (z.B. Stromzangen) angeschlossen werden. 15polige HD-Buchse.

- 2 U
Spannungseingang (low), 4mm graue Sicherheitsbuchse
- 3 I
Stromeingang (low), 4mm graue Sicherheitsbuchse
- 4 I*
Stromeingang (high), 4mm lila Sicherheitsbuchse
- 5 U*
Spannungseingang (high), 4mm lila Sicherheitsbuchse
- 6 Zweiter Meßkanal, gleiche Anschlüsse wie 1. Kanal
- 7 Dritter Meßkanal, gleiche Anschlüsse wie 1. Kanal
- 8 Vierter Meßkanal, gleiche Anschlüsse wie 1. Kanal
- 9 Mains
Kaltgerätestecker mit kombiniertem Sicherungshalter für Feinsicherungen.
Eingangsspannung 85...264V, 47...440Hz, ca. 45W
Feinsicherung T1A/250V, 5x20mm, IEC127-2/3
- 10 PE
Zusätzlicher Erdanschluß, 4mm grün/gelbe Sicherheitsbuchse
- 11 Erste Analog I/O
Zusätzliche analoge und digitale Ein- und Ausgänge für Hilfssignale
- 12 Zweite Analog I/O
Zusätzliche analoge und digitale Ein- und Ausgänge für Hilfssignale
- 13 IEEE488
Parallele Schnittstelle, 24-pin micro-ribbon Stecker
- 14 Sync.
Anschluß für externe Synchronisation und Zeitsteuerung.
15-pin SUB-D Stecker
- 15 COM B: Seriell RS232 Interface
Diese serielle Schnittstelle kann zur Fernsteuerung benutzt werden, üblicherweise werden jedoch spezielle Adapter angeschlossen, wie der LAN Adapter L45-Z318
9-pin SUB-D Stecker

16 COM A: Serielles RS232 Interface

Dies ist die serielle Standardschnittstelle zur Fernsteuerung des LMG450
9-pin SUB-D Buchse

17 Channel extension. Hierüber können später weitere Meßkanäle angeschlossen werden.

18 Printer

Centronics kompatible Druckerschnittstelle.
25-pin SUB-D Stecker

4.3 Anzeige

Die Anzeige ist in 3 Bereiche unterteilt:

- Die Softkeys an der rechten Seite wechseln ihre Bedeutung entsprechend dem aktuellen Menü. Ein schwarz unterlegter Softkey ist aktiv. Ein gepunkteter Softkey kann nicht benutzt werden.
- Die Elemente der Statuszeile am oberen Rand sind in '4.3.1 Statuszeile' beschrieben. Hier sieht man die wichtigsten Zustandsmeldungen des Gerätes.
- Im Hauptanzeigefeld werden die verschiedenen Menüs dargestellt. Am unteren Rand können Fehlermeldungen erscheinen. Diese müssen mit *Enter* oder *Esc* bestätigt werden.

4.3.1 Statuszeile

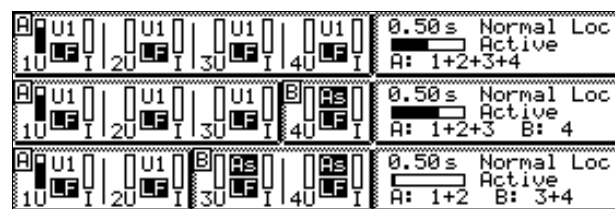


Bild 15: Statuszeilen bei 3 verschiedenen Wirings

Die Statuszeile besteht aus den folgenden Bereichen (von links nach rechts):

- Die Aussteuerungsanzeigen der Spannungs- und Stromkanäle. Hier sieht man, wie weit der augenblicklich gewählte Meßbereich angesteuert ist. Diese Anzeige ist wichtig für die richtige Wahl der Meßbereiche. Zwischen den beiden Aussteuerungsbalken können noch zwei wichtige Informationen angezeigt werden. Im oberen Teil werden Informationen zur Synchronisierung dargestellt. Dies können sein:
Un Messung synchron zum Spannungskanal n
In Messung synchron zum Stromkanal n
Xt Messung synchronisiert auf die extended Trigger Bedingungen
Li Messung synchron zur Netzfrequenz

Ex Messung synchronisiert auf die externe Sync-Buchse

As (invers dargestellt) zeigt an, daß nicht synchronisiert gemessen wird

Im unteren Teil zeigt ein invers dargestelltes 'LF' zeigt an, daß im Meßkanal ein Tiefpaß-Filter aktiv ist. Die 'A' und 'B' Kästchen zeigen an, welcher Meßkanal zu welcher Gruppe gehört.

- Die Time-Base Anzeige. Hier wird die aktuell eingestellte Zeitbasis angezeigt oder die Anzahl der Perioden über die gemessen wird. Der Balken unter dieser Anzeige zeigt an, wieviel Prozent der Zeitbasis bereits verstrichen sind.
- Die Modusanzeige. Hier sieht man den gewählten Meßmodus. Mögliche Werte sind: 'Normal', 'prCE', 'CE-Flk', 'HRM100' und 'Trans'.
In der Zeile darunter zeigt 'Active' an, daß das Display laufend aktualisiert wird. 'Freeze' zeigt an, daß die Meßwerte nicht mehr aktualisiert werden. Dies ist solange der Fall, bis wieder 'Active' angezeigt wird (Taste *Freeze!*).
- Die Fernsteueranzeige. 'Remote' zeigt an, daß das LMG450 über eine Schnittstelle ferngesteuert wird. Die Einstellungen können nun nur noch durch einen PC, nicht jedoch am Meßgerät selbst vorgenommen werden. 'Local' zeigt an, daß das LMG450 direkt bedient werden kann.
- In der untersten Zeile wird das eingestellte Wiring angezeigt.

4.4 Allgemeine Menüs

Befindet man sich in einem Untermenü, kann man das Hauptmenü durch mehrmaliges Drücken des entsprechenden Softkeys erreichen oder man kann auch den Hardkey (z.B. *IF/IO*) einmalig drücken.

Nachfolgend finden sich Menüs, die in allen Meßmodi gleich sind:

4.4.1 Misc.

Karteikarte „Globals“

Hier gibt es 4 Einstellungen:

Date	Setzen des Datums
Time	Setzen der Zeit. Bei der Eingabe ist statt ':' ein '.' einzugeben.
Contrast	Einstellen des Kontrastes des Display
Color	Hier kann man ein Farbthema einstellen und somit die Bildschirmfarben verändern.

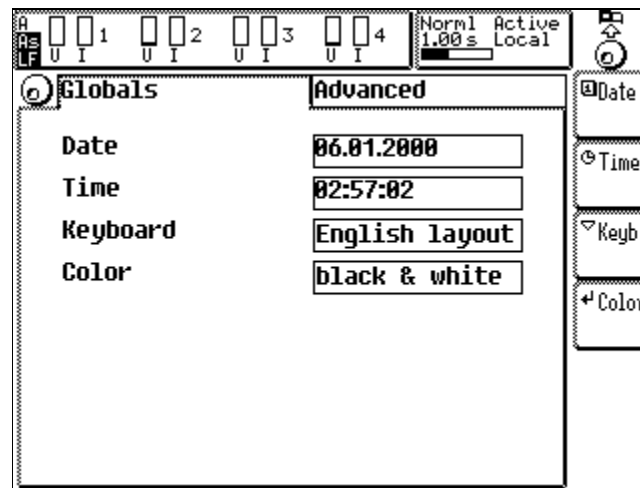


Bild 16: Misc. Menü

Karteikarte „Advanced“

Hier können einige Einstellungen vorgenommen werden, die man normalerweise nicht benötigt. Diese Einstellungen sollten nur gemacht werden, wenn man genau weiß, welche Auswirkungen das haben wird. Falsche Einstellungen können falsche Meßergebnisse liefern.

Zero Die Nullpunktunterdrückung (siehe 13.2, ‘Anzeige der Meßwerte’) kann abgeschaltet werden. Aus Sicherheitsgründen wird sie aber bei jedem Gerätereustart wieder aktiviert.

Phan.Vals. Die Unterdrückung von Phantomwerten kann abgeschaltet werden. Diese können z.B. beim Wiring ‘3+1, UI*->UIA’ entstehen, wenn an einen Leistungsmeßkanal Sternströme und Zwischenleiterspannungen gleichzeitig angelegt werden. Diese beiden Signale haben direkt nichts miteinander zu tun, der Leistungsmeßkanal berechnet aber eine (Phantom-)Leistung.

Z-Adj erlaubt es, den Nullpunkt des Gerätes neu abzugleichen. Man kann immer nur die gerade aktiven Strom-/Spannungsbuchsen justieren. Man kann das LMG auch wieder auf den Auslieferungszustand zurücksetzen. Dazu beim Einschalten die untersten beiden Softkeys drücken, bis das Gerät piepst.

Diese Funktion sollte sehr sorgfältig ausgeführt werden, da man mit ihr das Gerät auch verstellen kann!!

Die genaue Vorgehensweise ist dem Kapitel 12.3.3 Nullpunktgleich zu entnehmen.

4.4.2 IF/IO

In diesem Menü werden alle Einstellungen gemacht, die Optionen vom Gerät betreffen.

Zusätzlich wird die Versionsnummer der aktuellen Software angezeigt sowie die installierten Optionen angezeigt. Mit **List** kann man mehr Details dieser Liste sehen. Andere Teile dieser Liste können dann mit dem Drehknopf ausgewählt werden.

4.4.2.1 Computerschnittstellen

Mit Ausnahme des GPIB Anschlusses kann jede Schnittstelle auch für das Datalogging verwendet werden. Um das LMG fernzusteuern muß deshalb zunächst eine Schnittstelle für den Remote-Betrieb reserviert werden.

Um eine Schnittstelle für den Remote-Betrieb auszuwählen, drücken Sie evtl. mehrmals die *IF/IO* Taste bis das IF/IO Menü erscheint. Dort betätigen Sie den **IF** Softkey um in das eigentliche Interface Menü zu gelangen.

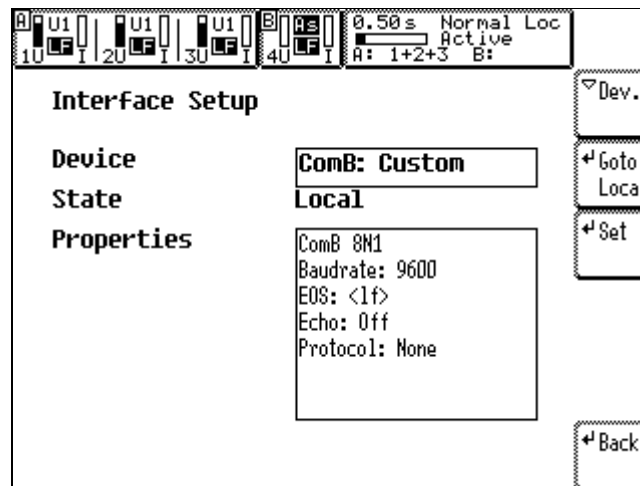


Bild 17: Schnittstellen Einstellungen

Ähnlich wie beim Datalogging stellt auch der Remote-Betrieb mehrere 'Profile' zur Fernsteuerung zur Verfügung. Bei den Einträgen 'Terminal' und 'Formula' handelt es sich um vordefinierte Profile um das LMG mittels des auf den meisten Windows Systemen vorhandenen Hyperterminal Programms anzusprechen bzw. um Scripte in das Gerät zu laden.

Jedes Profile kann natürlich an eigene Rahmenbedingungen angepaßt werden. Analog zum Datalogging ändern Sie eine ausgewählte Einstellung, indem Sie den **Set** Softkey betätigen.

Auch hier wirken sich die von Ihnen gemachten Änderungen nicht auf die restlichen Profile aus, auch wenn es sich z.B. bei den Terminal und Formula Profilen um das physikalisch gleiche Interface, nämlich ComA, handelt.

Bei der Reservierung einer der seriellen Schnittstellen kann es vorkommen, daß diese bereits dem Datalogging Betrieb zugeordnet ist. In diesem Fall werden Sie gefragt, ob eine Neuuzuordnung für den Remote-Betrieb vorgenommen werden soll.

Falls Sie über diese Schnittstelle nicht gerade Meßwerte ausgeben, können Sie hier einfach mit 'Yes' antworten, indem Sie die *Enter* Taste drücken.

4.4.2.1.1 Fernsteuerprofile

Die aktuellen Einstellungen des ausgewählten Profils wird unter 'Properties' angezeigt. Sie können diese, abhängig vom gewählten Eintrag, mit dem **Set** Softkey jederzeit ändern.

Folgende Profile können im LMG vorhanden sein. Es werden jedoch nur diejenigen Geräte angezeigt, die auch physikalisch vorhanden sind.

ComA: Terminal

Wählen Sie diese Einstellung, wenn Sie mit den Remote Fähigkeiten des Gerätes noch nicht vertraut sind und einfache Kommandos per Hyperterminal an das LMG senden möchten. In diesem Profil können Sie lediglich die Baudrate verändern, alle anderen für einen fehlerfreien Terminalbetrieb notwendigen Parameter werden automatisch an die meisten Terminal Programme angepaßt (EOS=Terminal, Echo=On und Protokoll=None). Die Baudrate ist auf 9600 Baud voreingestellt. Diese Baudrate müssen Sie auch bei dem von Ihnen verwendeten Terminalprogramm (z.B. Hyperterminal) setzen um eine korrekte Verbindung zu bekommen.

ComA: Script

Statt ein Script für den im Gerät integrierten Programm Generator mittels Drehknopf einzugeben, können Sie diese auch mit einem entsprechenden Remotebefehl komplett an das LMG senden. Ein Freeware-Programm erlaubt die Eingabe vom komplexen Programmen am PC und anschließende Übertragung in das Gerät. Ebenso kann eine im Gerät befindliches Script ausgelesen und auf dem PC abgespeichert bzw. modifiziert werden.

Dieses Programm ist auf Anfrage bei ZES verfügbar.

Auch hier werden alle Parameter bis auf die Baudrate entsprechend vorbesetzt. Die Baudrate beträgt 115200 und sollte nur geändert werden, wenn diese aus technischen Gründen am PC nicht realisierbar ist.

ComA: OEM Appl

Diese Einstellung kann bei externer Software wie wie SYS61K, TERM-L5, LMG-Control oder CE-Test61k von ZES benutzt werden (soweit in der Software nicht anders spezifiziert). Die meisten Parameter sind fest eingestellt (EOS=<lf>, Echo=off, Protocol=RTS/CTS) und man kann nur die Baudrate ändern (Vorgabe ist 38400 Baud).

ComA: Custom

Bei der Integration des LMG in ein bestehendes System müssen alle schnittstellenrelevanten Parameter einstellbar sein. Für die serielle Schnittstelle sind das neben der Baudrate auch EOS (End Of String), Echo und Protokoll. Geben Sie hier Ihre ganz individuellen Einstellungen für ComA vor.

- Baudrate** Die serielle Schnittstelle unterstützt Baudraten von 1200 (das sind maximal etwa 100 Zeichen pro Sekunde) bis 115200 Baud (10000 Zeichen pro Sekunde). Im Allgemeinen werden Sie die größt mögliche Baudrate verwenden. PCs mit alten Schnittstellenkarten können oft nicht mehr als 38400 Baud ohne Datenverlust übertragen. In einem solchen Fall müssen Sie die Baudrate entsprechend reduzieren.
- EOS** End Of String Zeichen. Damit ist das oder die Zeichen gemeint, die das Ende einer Zeichenfolge kennzeichnen. Zumeist das Carriage Return <cr>, Linefeed <lf> oder eine Kombination aus beidem. Bei 'Terminal' wird ein einzelnes <cr> bei Kommandos an das LMG erwartet, die Antwort ist jedoch mit einem <cr><lf> ausgestattet. Somit ist bei Verbindung mit einem Terminalprogramm eine gute Bildschirmdarstellung gewährleistet (natürlich nur, wenn Sie gleichzeitig das Echo aktivieren).
- Echo** Eine eingeschaltetes Echo (on) sendet jedes empfangene Zeichen an den Sender zurück. Diese Einstellung werden Sie nur dann benötigen, wenn Sie Ihre Eingaben mit einem Terminalprogramm machen.
- Protocol** Das LMG unterstützt als serielles Protokoll das RTS/CTS Handshake (Hardware-Handshake). Verwenden Sie dieses Protokoll nur dann, wenn Ihr Computer Programm ebenfalls dieses Protokoll beherrscht.

ComB: Custom

Analog zu ComA können Sie natürlich auch ComB ganz nach Ihren Anforderungen konfigurieren. Die Einstellungen sind mit denen von ComA identisch. Beachten Sie, daß Sie bei Verwendung von ComB ein Nullmodem-Kabel benötigen.

GPIB

Die Verwendung der GPIB oder IEEE Schnittstelle erfordert eine entsprechende Kontrollerkarte in Ihrem PC. Stellen Sie hier die Geräteadresse ein, unter der Sie das LMG auf dem IEEE Bus ansprechen wollen. Gültige Adressen liegen im Bereich 1...30.

4.4.2.1.2 remote <-> local

Sobald das LMG ein Zeichen an der von Ihnen gewählten Schnittstelle empfängt, geht es automatisch in den Remote Modus, erkennbar am 'Rem' Eintrag in der Statuszeile oben rechts. Im Remote Modus selbst können keine messungsrelevanten Einstellungen wie z.B. die

Zykluszeit oder Meßbereiche verändert werden, da sonst Konflikte zu dem aktuellen Interfacekommando entstehen könnten. Genauso wenig können Sie das aktuelle Remote Profil wechseln oder modifizieren. Die Softkeys zur Auswahl des Profils und der **Set** Softkey sind jetzt deaktiviert.

Sie können den Remote Modus beenden, indem Sie den entsprechenden Go-to-local Befehl an das Gerät übermitteln, oder indem Sie im Interface Menü einfach den **Goto Local** Softkey betätigen.

Letzteres ist allerdings nur dann erfolgreich, wenn keine weiteren Zeichen an das Gerät gesendet werden, da es sonst automatisch wieder in den Remote Modus springt.

4.4.2.2 Prozeßsignalschnittstelle (Option L45-O3)

Mit **IO** erreicht man ein Menü, in dem die Einstellungen der Prozeßsignalschnittstelle(n) vorgenommen werden. Mit Hilfe des Drehknopfes erreicht man eine von 4 Karteikarten ('A_In', 'A_Out', 'D_In' und 'D_Out'). Durch Drücken des Drehknopfes kann man auf der Karte die Werte einstellen. Mit **Back** kehrt man zum Menü *IF/IO* zurück.

Da man 1 oder 2 Prozeßsignalkarten in das LMG450 stecken kann, verändert sich die Anzahl der einstellbaren Parameter entsprechend.

4.4.2.2.1 Karteikarte Analogeingänge (A_In)

Durch Drehen des Knopfes muß ein Kanal ausgewählt werden. Im Setzmodus dieses Menüs kann man nun folgendes einstellen:

Zero Hier wird der Wert eingestellt, der bei 0V Eingangsspannung angezeigt werden soll.

FS Hier wird der Wert eingestellt, der bei 10V Eingangsspannung angezeigt werden soll.

Beispiel: Die Einstellung ist **ZERO** '30' und **FS** '120'. Nun bekommt man bei 0V Eingangsspannung einen Anzeigewert von 30, bei 10V Eingangsspannung eine Anzeige von 120 und bei 5V eine Anzeige von 75. Die Anzeige wird mit jedem Meßzyklus aktualisiert.

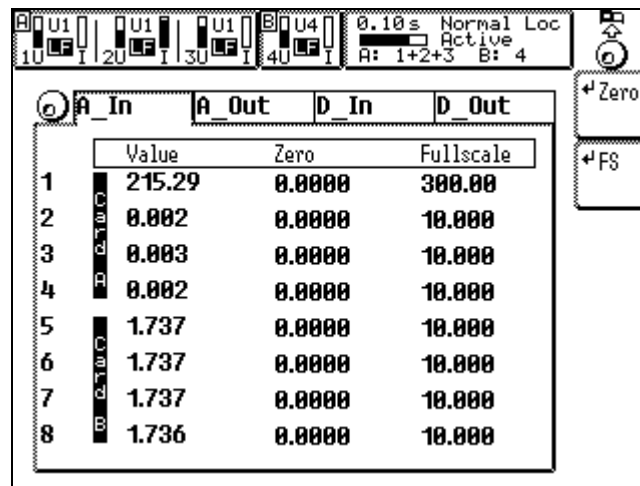


Bild 18: Analogeingänge

Back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.2 Karteikarte Analogausgänge (A_Out)

Durch Drehen des Knopfes muß ein Kanal ausgewählt werden. Im Setzmodus dieses Menüs kann man nun folgendes einstellen:

Value Hiermit wird der auszugebende Meßwert eingestellt. Siehe Kapitel 4.5, 'Eingabe von Kennungen'.

Zero Hier wird eingestellt, welcher Wert von **Value** als 0V ausgegeben wird.

FS Hier wird eingestellt, welcher Wert von **Value** als 10V ausgegeben wird.

Beispiel: Die Einstellung ist **Value** 'Utrms', **Zero** '200' und **FS** '250'. Nun bekommt man bei Utrms=200V eine Ausgangsspannung von 0V, bei Utrms=250V eine Spannung von 10V und bei Utrms=230V eine Spannung von 6V. Der Ausgang wird nach jedem Meßzyklus aktualisiert.

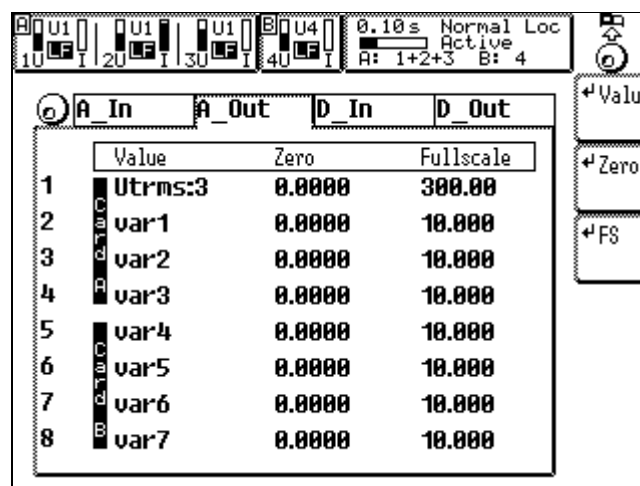


Bild 19: Analogausgänge

Back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.2.3 Karteikarte Digitaleingänge (D_In)

In diesem Menü wird der Zustand der 6(12) Digitaleingänge angezeigt. Alle Eingänge werden zur Statusanzeige verwendet. Die jeweiligen Eingänge 5 und 6 können darüber hinaus auch eine Frequenz und eine Drehrichtung messen (letztere über die Phasenverschiebung zwischen 5 und 6). Dabei wird mit Eingang 5 die Frequenz bestimmt. Diese wird noch mit 'Scale' multipliziert und unterhalb von 'Frequency' angezeigt. Eine negative Frequenz zeigt eine umgekehrte Drehrichtung an. Um die Skalierung zu ändern muß man **Scl.A** (bzw. **Scl.B**) drücken.

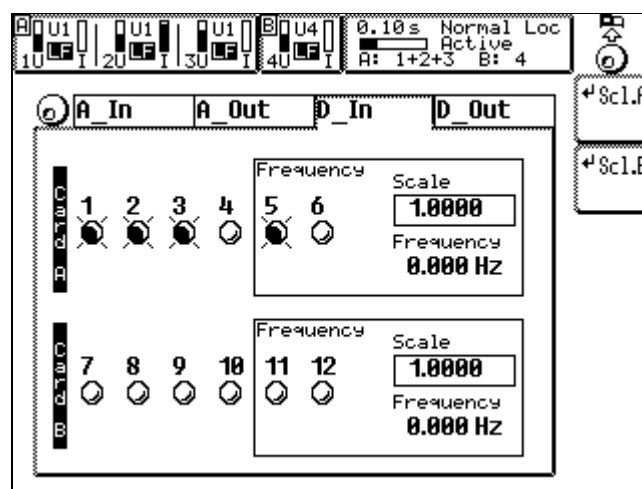


Bild 20: Digitaleingänge

4.4.2.2.4 Karteikarte Digitalausgänge (D_Out)

Durch Drehen des Knopfes muß ein Kanal ausgewählt werden. Im Setzmodus dieses Menüs kann man nun folgendes einstellen:

Value Hiermit wird der auszugebende Meßwert eingestellt. Siehe Kapitel 4.5, 'Eingabe von Kennungen'

Cond Hier wird eingegeben, unter welcher Bedingung der Ausgang in den Alarmzustand wechselt (= hochohmiger Ausgang, symbolisierte Lampe ist an!):

on: Der Ausgang hat immer Alarmzustand.

off: Der Ausgang hat nie Alarmzustand.

≥: Der Ausgang wechselt in den Alarmzustand, wenn **Value** ≥ **Limit** ist.

<: Der Ausgang wechselt in den Alarmzustand, wenn **Value** < **Limit** ist.

Limit Hier wird der Grenzwert eingegeben, der mit **Value** verglichen wird.

Beispiel: Die Einstellung ist 'Utrms >= 235'. Der Alarm wird nun immer aktiviert, wenn die Spannung größer oder gleich 235V ist. Der Ausgang wird hochohmig, da er nach dem 'fail save' Prinzip arbeitet.

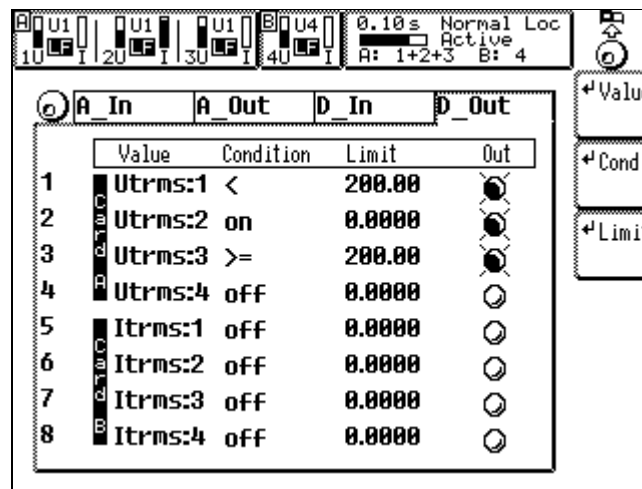


Bild 21: Limit Menü

Fail Save Prinzip

Das Fail Save Prinzip liefert höchste Sicherheit in kritischen Applikationen. Der Grundgedanke ist, daß ein hochohmiger Zustand als Alarm (aktiv) angesehen wird. Dadurch werden auch Kabelbrüche oder nicht gesteckte Kontakte als Alarm gewertet. Nur der niederohmige Zustand wird als „in Ordnung“ angesehen (Ausgang deaktiviert).

4.4.2.3 Optionsschlüssel

Wenn man auf den Softkey mit dem Schlüsselsymbol drückt, erhält man den aktuellen Schlüsselcode des LMG450. In diesem sind alle Geräteoptionen enthalten. Einige Geräteoptionen sind reine Software. Will man z.B. die „100 Harmonischen Option“ nachrüsten, sendet man den aktuellen Schlüssel sowie die Seriennummer des LMG450 an seinen Händler oder an ZES und erhält den geänderten Schlüssel mit der freigeschalteten Option zurück.

Dieser neue Schlüssel muß nun nach Drücken des Schlüssel Softkeys eingegeben werden. Wenn der neue Schlüssel korrekt war, ist die Option installiert.

Hinweis

Wenn das Gerät per Schnittstelle ansprechbar ist, kann man mittels der Software LMG-CONTROL den Schlüssel auslesen und neu setzen. Das ist viel einfacher, als die Bedienung per Frontplatte.

4.4.3 Benutzerdefiniertes Menü

In den Standard Menüs *Voltage*, *Current*, ... (siehe weiter unten folgende Kapitel) werden die Werte dargestellt, die am häufigsten benötigt werden. Für einige spezielle Anwendungen kann man sich aber unter *Custom* seine eigenen Werte und Grafiken zusammenstellen. Weiterhin kann man eigene Werte berechnen (siehe 4.4.4, 'Script/Formel Editor')

Beim Aufruf dieses Menüs bekommt man mindestens zwei Karteikarten zwischen denen mit dem Drehrad gewechselt werden kann. Um an die Softkeys einer Karteikarte zu kommen, muß man den Drehknopf drücken.

4.4.3.1 Karteikarte New menu

Hier muß man zunächst mit **Name** den Namen des benutzerdefinierten Menüs festlegen. Nun kann man mit **Form** das prinzipielle Aussehen bestimmen. Abhängig von dieser Maske können bis zu 50 Werte in ein Menü gepackt werden. Abschließend kann man das neue Menü mit **Make new** anlegen. Es erscheint als neue Karteikarte und kann jetzt editiert werden (siehe 4.4.3.3, 'Benutzerdefinierte Karteikarte').

Man kann bis zu 8 Menüs selber definieren

Mit **Load** kann man ein auf der Speicherkarte oder Floppy gespeichertes Menü wieder in das LMG laden.

4.4.3.2 Karteikarte Vars

Hier werden die Variablen angezeigt. Dieser werden mit 'varx' bezeichnet und können mittels **Reset** alle auf '0.0' gesetzt werden. Über **Edit** erreicht man den Scripteditor, in dem man diese Variablen neu definieren und füllen kann. Weiterhin kann man dort kleine Programme schreiben (für weitere Details siehe 4.4.4, 'Script/Formel Editor').

4.4.3.3 Benutzerdefinierte Karteikarte

Hier wird festgelegt, welcher Wert an welchem Platz erscheinen soll. Dazu muß zunächst mit dem Drehrad die Position angefahren und **Edit Item** gedrückt werden. In dem jetzt erscheinenden Dialog wird mit **Typ** einer der folgenden Typen von Eintrag ausgewählt:

empty	Dieses Feld bleibt leer. Das hat die gleiche Wirkung wie das Drücken von Del Item .
Value	Man muß mit Prop einen Meßwert auswählen, der als Zahlenwert mit Einheit, aber ohne Kennung dargestellt wird. Zum Auswählen des Wertes siehe 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen'.

- Name+Value** Man muß mit **Prop** einen Meßwert auswählen, der als Zahlenwert mit Einheit und Kennung dargestellt wird. Zum Auswählen des Wertes siehe 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen'.
- String** Man muß mit **Prop** einen Text eingeben, der dargestellt werden soll (siehe 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen').
- Graph** Hier bekommt man eine Liste mit allen möglichen Graphen. Im Prinzip kann man Kopien von existierenden Graphen darstellen, die bereits im *Graph* Menü festgelegt worden sind. 'Scp.A:1' wählt den ersten Graphen der Gruppe A Scopes aus, 'Scp.B:3' den dritten der Gruppe B. Mit 'Plot:x' wird der entsprechende Plot ausgewählt.
Um die graphische Anzeige zu verändern, muß man in das *Graph* Menü wechseln.

Um die Schriftgröße dieses Eintrages anzupassen kann man den **Font** Softkey benutzen

Mit **Copy menu** kann man eine Kopie eines existierenden Menüs anlegen und später modifizieren. **Del menu** löscht nach einer Sicherheitsabfrage ein Menü komplett.

Zum Ändern des Menünamens wird **Edit Name** benutzt.

Mit **Save** kann man das Menü auf der Speicherkarte oder Floppy ablegen. Dazu muß man mit dem Drehrad einen Namen auswählen oder mit **File name** einen eingeben.

4.4.4 Script/Formel Editor

Zum Scripteditor gelangt man durch Drücken von **Edit** auf der 'Vars' Karteikarte im *Custom* Menü.

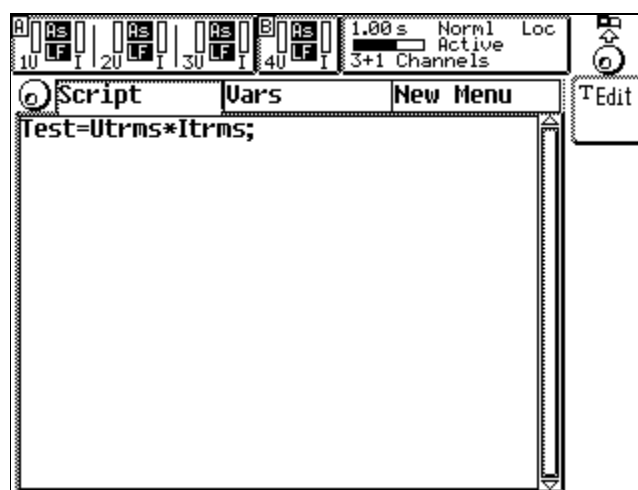


Bild 22: Scripteditor

Mit **Save** kann man das Script auf der Speicherkarte oder Floppy ablegen. Dazu muß man mit dem Drehrad einen Namen auswählen oder mit **File name** einen eingeben.

Mit **Load** kann man ein gespeichertes Script wieder in das LMG laden.

Mit **Edit** wird eine Eingabe gestartet. Sie funktioniert prinzipiell wie in 4.5, 'Eingabe von Kennungen' beschrieben. Zusätzlich gelten folgende Regeln:

4.4.4.1 Grundsätzliches

Der Scripteditor des LMG450 ähnelt einer einfachen Programmiersprache. Der Programmcode wird zeilenweise eingegeben, wobei auch mehrere Anweisungen in einer Zeile stehen dürfen. Jede Anweisung muß mit einem ';' abgeschlossen werden. Dadurch ist es möglich, eine Anweisung auch auf mehrere Zeilen zu verteilen. Falls die Anweisungszeile Leerzeichen enthält, wird sie vom Editor automatisch bei Erreichen der linken Randes umgebrochen. (Generell kann jede Anweisung beliebig viele Leerzeichen enthalten, solange dadurch nicht Meßwertkennungen oder Schlüsselworte wie z.B. 'sin(x)' auseinandergerissen werden). Mit '#' wird ein Kommentar eingeleitet. Er dauert an, bis ein manueller Zeilenumbruch (mit ↵!) gefunden wird. Ein automatischer Umbruch beendet den Kommentar nicht.

So ist die Anweisung:

```
v0=Utrms*Itrms;
```

identisch zu:

```
v0 = Utrms* Itrms ;
```

oder:

```
v0 =  
Utrms * Itrms;
```

Bei der Eingabe kann ein Zeilenumbruch mit '\n' ausgelöst werden. Der Cursor springt dann an den Beginn der nächsten Zeile. (Das Zeichen '\n' selbst ist nicht sichtbar). Mit Betätigen von <- wird das Zeichen vor dem Cursor gelöscht. Befindet sich der Cursor am linken Rand, springt er ans Ende der vorherigen Zeile, wobei der Zeilenumbruch wieder gelöscht wird (Dadurch, daß beliebig Leerzeichen zwischen den Teilen einer Anweisung eingefügt werden können, können einzelne Zeilen auch eingerückt werden. Dies erhöht die Lesbarkeit innerhalb von if Anweisungen).

Beendet wird die Formel- oder Script-Eingabe durch Drücken der Taste **End**. Damit wird das Programm automatisch auf seine Richtigkeit überprüft und für die zyklische Auswertung aktiviert. Oberhalb des Editierfensters sieht man dann auch die Speicherausnutzung in Prozent.

Die eingegebene Formel (bzw. das Script) wird immer nach Ablauf eines Meßzyklus, und zwar nachdem zuvor alle Meßwerte berechnet wurden, abgearbeitet.

Mit dem Softkey **Reset** werden die 8 Variablen auf 0.0 gesetzt, wobei das Script nach wie vor aktiv bleibt. Die **Reset** Taste findet man sowohl im *Custom* als auch im **Edit** Menü.

4.4.4.2 Grammatik

4.4.4.2.1 Anweisungen

Anweisungen steuern die Ablaufkontrolle während der Ausführung des Formel- bzw. Scriptcodes. Enthält das Programm keine Auswahlanweisungen (Bedingungen) werden die Anweisungen nacheinander, d.h. in der eingegebenen Reihenfolge ausgeführt. Die Ergebnisse zuvor abgearbeiteter Anweisungen sind für den folgenden Code verfügbar.

Eine Anweisung besteht aus ein oder mehreren Ausdrücken. Jede Anweisung mit Ausnahme der *if*, *else* und *fi*-Anweisung muß mit einem ';' abgeschlossen werden. Eine Anweisung kann sich auch über mehrere Zeilen erstrecken, und das Ergebnis muß nicht unbedingt einer Variablen zugewiesen werden.

4.4.4.2.2 Auswahlanweisung

Auswahlanweisungen (*if*-Anweisungen) wählen aus zwei alternativen Programmabläufen aus. Dies geschieht durch Testen eines Ausdrucks der unmittelbar auf das Wort *if* erfolgt.

```
if(Ausdruck) dann Anweisung(en); fi
oder
if(Ausdruck) dann Anweisung(en); else Anweisung(en); fi
```

Die Klammern um den Testausdruck sind unbedingt erforderlich. Danach können ein oder mehrere jeweils mit einem Semikolon abgeschlossene Anweisungen erfolgen, die ausgeführt werden sollen, wenn der Testausdruck wahr ist. Das Ende dieser wahr-Anweisungen wird durch das Schlüsselwort *fi* gekennzeichnet. *fi* ist ebenfalls unbedingt erforderlich. Der *else* Zweig ist optional.

Auswahlanweisungen können verschachtelt werden, um z.B. logische UND-Verknüpfungen zu realisieren:

```
if(Ausdruck1)
  if(Ausdruck2)
    wenn Ausdruck1 UND Ausdruck2 wahr Anweisung(en);
  fi
fi
```

Beispiel

```
if (Utrms>227.5)
  dout_off(1);
  dout_off(2);
else
```

```
dout_on(4);  
fi
```

Wenn die Spannung größer als 227.5V ist, werden die Digitalausgänge 1 und 2 ausgeschaltet. Ansonsten wird der Digitaleingang 4 eingeschaltet.

4.4.4.2.3 Ausdrücke

Ein Ausdruck ist eine Folge von Operatoren, Operanden und Funktionen. Ausdrücke sind rekursiv definiert, d.h. es gibt prinzipiell keine Begrenzung der Verschachtelungstiefen von Klammer- und if-Ausdrücken. Da Rechenleistung und Speicherplatz begrenzt sind, kann es bei sehr komplexen Berechnungen allerdings zur Meldung "out of memory" kommen.

Die Auswertung richtet sich nach der Abarbeitungsfolge und Richtung der Operatoren und dem Vorhandensein von Klammern. Die Reihenfolge oder Priorität der Operatoren ist unter 'Operatoren' detailliert aufgelistet.

4.4.4.2.4 Konstanten

Konstanten werden als Gleitkomma-Konstanten interpretiert. Der gültige Eingabebereich liegt zwischen $\pm 3.4\text{E}-34$ und $\pm 3.4\text{E}+34$. Die Eingabe kann in exponentieller oder normaler Schreibweise erfolgen. Ein Dezimalpunkt ist nur bei der Angabe von Nachkommastellen nötig.

4.4.4.2.5 Variablen

Unterschieden werden nur lesbare und auch schreibbare Variablen. Zu ersteren gehören alle Meßwerte, die vom LMG450 gemessen werden, aber auch Einstellparameter wie z.B. die Zykluszeit oder Meßbereich. Diese Variablen können wie Konstanten zur Verrechnung benutzt werden, eine Zuweisung an sie ist allerdings nicht erlaubt.

So ist folgende Anweisung

```
v0=Utrms;
```

ok, während

```
Utrms=0;
```

einen Fehler erzeugt.

Den Variablen kann auch eine Einheit zugewiesen werden. Um der Variablen 'a' die Einheit 'cm' zuzuweisen schreibt man:

```
a.cm=...
```

Die Ergebnisse eines Ausdrucks können nur in den benutzerdefinierten Variablen 'varx' gespeichert werden. Diese Kennungen sind solange gültig, bis sie überdefiniert werden. Dies wird einfach durch Angabe einer noch nicht existierenden Kennung erreicht. Diese neue Kennung ersetzt dann die erste noch nicht überdefinierte Variable. Die maximale Länge ist auf 10 Zeichen begrenzt. In Beispiel 2 wird var0 durch uhigh und var1 durch ulow ersetzt. Wie man sieht, werden die Kennungen in der Reihenfolge ihres Auftretens ersetzt. Beim Drücken von **End** werden alle var0 Kennungen durch uhigh ersetzt (die anderen Kennungen entsprechend). Somit erhält man in den benutzerdefinierten Menüs oder im Plotmenü die neuen Kennungen.

Zur Aufnahme und Anzeige eines Ergebnisses sind die internen Variablen varx gedacht. Sie sind gleichzeitig die einzigen Werte, die als Ziel einer Zuweisung akzeptiert werden.

Die verfügbaren Variablen entsprechen den Anzeige Kennungen der Meßwerte und müssen genauso eingegeben werden (siehe 4.5, 'Eingabe von Kennungen').

4.4.4.2.5.1 Lokale Variablen

Eine dritte Variablenart sind die lokalen Variablen. Sie werden ebenfalls vom Benutzer definiert, werden aber nicht angezeigt. Eine lokale Variable startet immer mit einem '\$':

```
$test=Utrms*19.234;  
b = Iac*$test;
```

In diesem Beispiel wird b angezeigt, daß Zwischenergebnis in \$test jedoch nicht.

4.4.4.2.5.2 Environment Variablen

Diese Variablen sind über die Kennung 'Env' als Array ansprechbar: Env[0...7].

Sie werden (im Gegensatz zu den normalen Variablen) nicht angezeigt, können aber (im Gegensatz zu den lokalen Variablen) extern (z.B. bei der Prozeßsignalschnittstelle) verwendet werden. Außerdem können sie per Rechnerschnittstelle direkt gesetzt werden (siehe 10.2.2.1.1, ':ENVironment ENV Env').

4.4.4.2.6 Schlüsselworte

Dies sind Namen, die keine Variablen oder Meßwerte sind, sondern für den Scripteditor reserviert sind. Momentan umfassen sie:

- if leitet eine Bedingung ein, die Bedingung muß in Klammern () eingeschlossen werden.
- else schließt den Programmteil ab, der bei einer wahren Bedingung ausgeführt werden soll (kein abschließendes Semikolon!). Alle Programmteile hinter dem else bis zum

nächsten `fi` werden ausgeführt, wenn die Bedingung **nicht** wahr war. Der `else` Befehl ist optional.

`fi` schließt den Programmteil ab, der bei einer wahren Bedingung ausgeführt werden soll. (Kein abschließendes Semikolon!)

4.4.4.2.7 Funktionen

Folgende Funktionen sind zur Zeit im Scripteditor implementiert, (x bezeichnet dabei das Ergebnis eines Ausdrucks, einen Meßwert oder eine Konstante):

<code>abs(x)</code>	Betrag des Klammerausdrucks
<code>acos(x)</code>	arcus cosinus des Klammerausdrucks (im Bogenmaß!)
<code>asin(x)</code>	arcus sinus des Klammerausdrucks (im Bogenmaß!)
<code>bell()</code>	generiert einen kurzen Ton
<code>btst(x, bit_no)</code>	Gibt „wahr“ zurück, wenn das Bit <code>bit_no</code> in <code>x</code> gesetzt ist. Die Bits werden von 1 bis 32 gezählt. Diese Funktionen sollte nur auf Integer-Werte (wie Digitaleingänge oder das Ergebnis einer Flickermessung) angewendet werden.
<code>cos(x)</code>	cosinus des Klammerausdrucks (x im Bogenmaß!)
<code>digin(maske)</code>	Gibt den Wert des Digitaleingangs zurück. Die Werte sind in einem Byte codiert: Eingang 1-4 sind in den Bits 0-3 und die Eingänge 7-10 in den Bits 4-7 abgelegt. Wenn also die Eingänge 1 und 8 aktiv sind, wird der Wert 33 zurückgeliefert. Mit Hilfe der Maske kann man bestimmen, welche Eingänge überprüft werden sollen: Mit einer Maske von 32 wird nur der Eingang 8 überprüft. In diesem Fall kann der Rückgabewert nur 0 oder 32 sein. Die Maske ist immer dann sinnvoll, wenn der Zustand eines einzelnen Eingangs geprüft werden soll, unabhängig von den anderen Eingängen. Wenn alle Eingänge überprüft werden sollen, muß als Maske eine 255 übergeben werden.
<code>dout_off(nr)</code>	Schaltet den Digitalausgang Nummer <code>nr</code> aus (kein Alarm). $1 \leq nr \leq 4$
<code>dout_on(nr)</code>	Schaltet den Digitalausgang Nummer <code>nr</code> ein (Alarm). $1 \leq nr \leq 4$
<code>freeze()</code>	'friert' alle Anzeigewerte ein (wie Taste <i>Freeze</i>)
<code>isrun()</code>	Liefert 1 zurück, wenn die Integration läuft.

isstop()	Liefert 1 zurück, wenn die Integration gestoppt ist
ln(x)	Natürlicher Logarithmus von x
log(x)	Zehnerlogarithmus von x
print()	Druck das Menü, das mit dem Ausgabeintervall 'by script' aktiviert wurde (siehe 11.3.1, 'Ausgabeintervall')
reset()	Gleiche Funktion wie Reset Softkey im <i>Time Int.</i> Menü
scale_i(chn,x)	Skalierung des angegebenen I - Kanals (chn ist der Kanal, x der gewünschte Skalierungsfaktor)
scale_u(chn,x)	Skalierung des angegebenen U - Kanals (chn ist der Kanal, x der gewünschte Skalierungsfaktor)
sin(x)	sinus des Klammerausdruckes (x im Bogenmaß!)
sqr(x)	Quadratwurzel des Klammerausdruckes
start()	Gleiche Funktion wie <i>Start</i> Taste
stop()	Gleiche Funktion wie <i>Stop</i> Taste
unfreeze()	beendet freeze()

4.4.4.2.8 Operatoren

Operatoren sind Symbole, die Berechnungen auslösen, wenn sie auf Variablen oder Meßwerte angewendet werden. Der Scripteditor stellt folgende Operatoren in der Rangfolge ihrer Priorität zur Verfügung:

hohe Priorität

:	Kanalseparator bei mehrkanaligen Meßwerten, z.B. Ain:2 für den 2. Analogeingang der Prozeßsignalschnittstelle.
[]	Indexoperator bei indexbehafteten Meßwerten, z.B. U[5] für die fünfte Oberschwingung der Spannung.
()	Funktionsaufruf, der Ausdruck zwischen den Klammern wird der Funktion als Parameter übergeben.
-	Negation
^	Exponent

/ * Division und Multiplikation

+ - Addition und Subtraktion

<, ==, > kleiner, gleich, größer (Vergleichsoperatoren)

= Zuweisung

<> ungleich

niedrige Priorität

Regeln keine Klammern die Reihenfolge der Auswertung des Ausdrucks, gelten demnach
Negation vor Exponent- vor Punkt- vor Strichrechnung.

Das Ergebnis von:

$-3^2 * 4$ ist 36

$-(3^2) * -4$ ist ebenfalls 36

4.4.4.2.9 Bemerkungen

Jede Zeile, die mit einem '#' startet ist ein Kommentar. Siehe auch '4.4.4.2.14, Beispiel 5: Digitalausgänge abhängig von Harmonischen schalten'.

4.4.4.2.10 Beispiel 1: Automatischer Freeze bei Grenzwertverletzung

Sobald die 23te Oberwelle der Spannung des Kanals 1 10V überschreitet, sollen alle Anzeigewerte 'eingefroren' werden. Gleichzeitig soll das LMG450 durch einen Ton den Eintritt dieser Situation melden.

```
if(Uh:1[23] > 10)
    freeze();
    bell();
fi
```

ACHTUNG!

Die Funktion `freeze()` kann dazu führen, daß schon beim Einschalten des Gerätes alle Anzeigen eingefroren werden. In diesem Fall sollte das `freeze()` aus dem Script entfernt werden.

4.4.4.2.11 Beispiel 2: Min/Max-Wert Bestimmung

Es soll der größte und kleinste Effektivwert der Spannung des Kanals 1 bestimmt werden.

```

if (Uhigh==0)
    Ulow=RngU:1;
fi
if (Uhigh<Utrms:1)
    Uhigh=Utrms:1;
fi
if (Ulow>Utrms:1)
    Ulow=Utrms:1;
fi

```

Die erste if Bedingung wird benutzt, um den Minimalwert zurückzusetzen. Mit **Reset** würde er auf 0 gesetzt, was in diesem Fall aber bereits dem kleinsten möglichen Wert entspricht. Deshalb wird abgefragt, ob der Maximalwert 0 ist (was der Rücksetzbedingung entspricht), und gegebenenfalls der Minimalwert auf den Meßbereichswert gesetzt, der im normalen Betrieb nicht erreicht wird.

Die zweite und dritte Bedingung berechnen nun die entsprechenden Maximal- und Minimalwerte und legen sie in Uhigh und Ulow ab. Diese Werte können dann z.B. im Menü *Custom* abgerufen werden.

4.4.4.2.12 Beispiel 3: Berechnung des THD+N

Über den Scripteditor ist es auch möglich, den THD+N Wert des Kanals 2 zu bestimmen:

```
THDN=sqrt((Utrms:2^2-Uh:2[1]^2)/Uh:2[1]^2);
```

Dieses Script arbeitet aber nur im Harmonischen Modus korrekt, da Uh:2[1] nur dort berechnet wird!

4.4.4.2.13 Beispiel 4: Pulszählung

Es soll die Anzahl von Strompulsen des Kanals 1 gezählt werden, die über 3A liegen (die Pulse müssen länger als die doppelte Zykluszeit dauern!)

```

ibat=abs(Idc:1);
if (ibat>3.0)
    if (r==0)
        n=n+1;
        r=1;
    fi
fi
if(ibat<3.0)
    r=0;
fi

```

4.4.4.2.14 Beispiel 5: Digitalausgänge abhängig von Harmonischen schalten

```

### Wave1 ###
if(Ih:1[1]>0.08) dout_on(1);
else dout_off(1);
fi
### Wave3 ###
if(Ih:1[3]>0.068) dout_on(2);

```

```
else dout_off(2);  
fi  
### Wave5 ###  
if(Ih:1[5]>0.05) dout_on(3);  
else dout_off(3);  
fi
```

Die Digitalausgänge 1 bis 3 werden angeschaltet, wenn die entsprechenden Harmonischen 1. bis 5. Ordnung des Kanals 1 größer als bestimmte Grenzwerte sind. Andernfalls werden sie abgeschaltet.

4.4.4.2.15 Beispiel 7: Berechnung des Wirkungsgrades eines Motors mit Drehmoment- und Frequenzeingang

```
M=Ain:1;  
n=DigFrq:1;  
Pmech=M*n;  
eta=Pmech/P:13*100;
```

Der Wirkungsgrad eta wird berechnet in dem die am Analogeingang 1 und Frequenzeingang 1 anliegenden Signale verarbeitet werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß am Frequenzeingang eine Motorfrequenz in Hz angelegt und skaliert ist. Das für eta berechnete Ergebnis ist in Prozent ausgedrückt.

Die Ergebnisse werden im *Custom* Menü angezeigt.

4.4.4.3 Drucken von Skripten

Um die Skripte auszudrucken, muß man als Drucktyp 'ASCII' einstellen (siehe 11, 'Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen'). Es werden alle Skripte ausgedruckt, nicht nur die sichtbaren.

4.4.4.4 Drehzahl und Drehmomentberechnung (Option MotorTorque-SOFT)

Diese Option stellt zwei Funktionen bereit, die Drehzahl und Drehmoment eines Motors aus den Strom- und Spannungswerten berechnen. Es muß ein dreiphasiger Asynchron-Norm-Motor nach IEC sein. Es werden lediglich einige Informationen vom Typenschild oder aus dem Datenblatt benötigt. Man braucht keine mechanischen Sensoren mehr. Der Motor kann am Netz oder am Frequenzumrichter angeschlossen sein.

Der Meßfehler zwischen Leerlauf und 1.5fachem Nenndrehmoment ist typische kleiner als 2% der Nenndrehzahl bzw. des Nenndrehmoments bei Motoren zwischen 1kW und 100kW Nennleistung und einer Drehzahl zwischen -40% und +20% der Nenndrehzahl. Die Berechnung ist auch für andere Motorleistungen möglich, dann aber mit erhöhtem Fehler.

Zur Berechnung müssen folgende Bedingungen eingehalten sein:

- Wiring
3+1, $U \Delta I^* \rightarrow U \cdot I^*$
- Filter
Tiefpaß so schmalbandig einstellen, daß der Takt-Rippel verschwindet und die Grundschiwingung sauber gemessen wird.
- Signal coupling
AC
- Sync
So, daß die Grundschiwingungsfrequenz angezeigt wird (z.B. I1, $LP < 300\text{Hz}$)

Die zwei neuen Funktionen sind:

`torque(Pn, fn, Un, In, pfn, pz, Rk, 13, mk)`

Berechnet das Drehmoment in Nm. Die Parameter sind:

Pn: Nenn-Ausgangs-Leistung in W
 fn: Nenn-Frequenz in Hz
 Un: Nenn Phasen-Phasen-Spannung des Motors in V
 In: Nenn-Strom in A
 pfn: Nenn-Leistungsfaktor
 pz: Polzahl (doppelte Polpaarzahl)
 Rk: Stator-Kupferwiderstand (Phase-Phase) in Ω
 mk: Korrektur Leerlaufmoment

`speed(Pn, nn, fn, Un, In, pfn, pz, Rk, 13, mk)`

Berechnet die Drehzahl in min^{-1} . Die Parameter sind:

Pn: Nenn-Ausgangs-Leistung in W
 nn: Nenn-Drehzahl in min^{-1}
 fn: Nenn-Frequenz in Hz
 Un: Nenn Phasen-Phasen-Spannung des Motors in V
 In: Nenn-Strom in A
 pfn: Nenn-Leistungsfaktor
 pz: Polzahl (doppelte Polpaarzahl)
 Rk: Stator-Kupferwiderstand (Phase-Phase) in Ω
 mk: Korrektur Leerlaufmoment

Der Kupferwiderstand muß an dem Punkt gemessen werden, an dem auch die Spannung gemessen wird. Der Vorteil ist, daß man z.B. in einem Schaltschrank messen kann, und der Widerstand der Zuleitungen mitgemessen und bei den Berechnungen kompensiert wird.

Die Ergebnisse von `torque()` und `speed()` können in benutzerdefinierten Menüs angeschaut oder über Schnittstelle übertragen werden.

Ein typisches Script würde wie folgt aussehen:

```
# M-n-Berechnung
# Motor-Beschreibung
# 2.2kW Motor DDA 90 L
# Eingabe der Motor-Parameter
$cn=0.84; # Nenn-Leistungsfaktor
$nn=2845; # Nenn-Drehzahl 1/min
$pz=2;    # Polzahl
$jn=4.66; # Nenn-Strom in A
$un=400;  # Nennspannung LL in V
$pn=2200; # Nenn-Ausgangs-Leistung in W
$fn=50;   # Nenn-Frequenz in Hz
$rk=19.7; # Kupferwiderstand in Ohm
$mk=20;   # Leerlauf Drehmoment
M.Nm=torque($pn,$fn,$un,$jn,$cn,$pz,$rk,13,mk);
n=speed($pn,$nn,$fn,$un,$jn,$cn,$pz,$rk,13,mk);
```

Korrektur Leerlaufmoment

Man muß `mk=0` setzen, die übrigen Daten eingeben und den Motor im Leerlauf ausmessen. Das dabei ausgelesene Drehmoment wird mit umgekehrten Vorzeichen als neuer Wert für `mk` gesetzt. Auf diese Weise werden Toleranzen der Nennwerte des Motors korrigiert.

4.4.5 Konfigurationen verwalten

Man kann bis zu 8 Konfigurationen im Gerät speichern. Mit **Reset** bekommt man die Werkseinstellungen. Dabei wird alles außer den 8 Konfigurationen zurückgesetzt.

4.4.5.1 Laden der Konfiguration

Durch Drücken von *Save/Recall* (*Write* bei älteren Geräten) erreicht man eine Liste der Konfigurationen. Mit dem Drehknopf wählt man sich die gewünschte aus und ruft sie mit **Recall** auf. Alle Werte wie Meßbereiche, Meßeinstellungen und Scripte werden geladen. Die aktuellen Einstellungen gehen verloren.

Im unteren Teil sieht man die geladene Konfiguration. Wenn 'mod(*)' angezeigt wird, wurden Einstellungen gegenüber der abgespeicherten Konfiguration verändert.

4.4.5.2 Speichern der Konfiguration

Durch Drücken von *Save/Recall* (*Write* bei älteren Geräten) erreicht man eine Liste der Konfigurationen. Mit dem Drehknopf wählt man sich die gewünschte Speicherstelle aus und drückt **Save**. Nun muß ein Dateiname angegeben werden (siehe 4.5 Eingabe von Kennungen). Wenn der Eintrag bereits existierte, wird er überschrieben.

4.5 Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen

In einigen Menüs (z.B. Plotmenü oder Menü der digitalen Ausgänge) müssen die Kennungen der gewünschten Größen oder ein Text eingegeben werden.

Wenn der Cursor an der ersten Position steht, kann man mit ← das komplette Eingabefeld löschen.

Man kann den gewünschten Wert einstellen, indem man mit dem Drehknopf (**Mode** muß auf 'copy' stehen!) auf das benötigte Zeichen fährt und *Enter* oder den Drehknopf drückt. In diesem Fall müssen die Buchstaben so eingegeben werden, wie sie auch in den Menüs erscheinen (z.B. 'Utrms'). Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Taste eines Menüs zu drücken (z.B. *Voltage*, *Current*, ...) woraufhin eine Liste der auswählbaren Werte (des aktuellen Meßmodus) erscheint.

Folgende Werte werden in den Menüs zur Verfügung gestellt:

Normaler Meßmodus

Default	Current	Voltage	Power	Int. Value	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
f	f	f	f	q	Aver	Env	abs()	Ain
Iac	Iac	OvrU	P	EP	DisCyc	var0-11	acos()	DigFrq
Icf	Icf	Uac	PF	EQ	Cycle		asin()	Zero
Idc	Idc	Ucf	PHI	Et	Mtime		bell()	
Idcn	Idcn	Udc	Q	ES	Rcyc		cos()	
Idcp	Idcp	Udcn	Rser	tsec			digin()	
Itrms	Itrms	Udcp	S	Pm			dout_on()	
Iff	Iff	Utrms	Xser	Qm			dout_off()	
Iinr	Iinr	Uff	Z	Sm			freeze()	
Iphi	Iphi	Uphi					isrun()	
Ipkn	Ipkn	Upkn					isstop()	
Ipkp	Ipkp	Upkp					log()	
Ipp	Ipp	Upp					ln()	
Irect	Irect	Urect					reset()	
RngI	RngI	RngU					scale_i()	
Iscal	Iscal	Uscal					scale_u()	
Env	OvrI						sin()	
OvrI							sqrt()	
OvrU							start()	
P							stop()	
PF							unfreeze()	
PHI							if();fi	
Q							2.7182818 (<i>e</i>)	
Rser							3.1415927 (π)	
S							1.2566e-6 (μ_0)	
Uac							8.854e-12 (ϵ_0)	

Default	Current	Voltage	Power	Int. Value	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
Ucf								
Udc								
Udcn								
Udcp								
Utrms								
Uff								
Uphi								
Upkn								
Upkp								
Upp								
Urect								
RngU								
Uscal								
var0-11								
Xser								
Z								

prCE Harmonischer Meßmodus

Default	Current	Voltage	Power	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
f	f	f	f	Per	Env	abs()	Ain
Ih	Ih	Uh	Ph	Mtime	var0-11	acos()	DigFrq
Imav	Imav	Uthd	Pav			asin()	Zero
Iav	Iav	UL	PFm			bell()	
Ifm	Ifm	UMax	Qh			cos()	
Ithd	Ithd	UP	Sh			digin()	
IL	IL	OvrU	P			dout_on()	
Im	Im	Utrms	PF			dout_off()	
IP	IP	RngU	Q			freeze()	
Ipohl	Ipohl		Rser			isrun()	
Ph	Ipohc		S			isstop()	
Pav	Ithc		Xser			log()	
PFm	Itrms		Z			ln()	
Ipohc	RngI					reset()	
Qh	Iscal					scale_i()	
Sh	OvrI					scale_u()	
Ithc						sin()	
Uh						sqrt()	
Uthd						start()	
UL						stop()	
UMax						unfreeze()	
UP						if();fi	
Itrms						2.7182818 (e)	
RngI						3.1415927 (π)	
Iscal						1.2566e-6 (μ_0)	
Env						8.854e-12 (ϵ_0)	

Default	Current	Voltage	Power	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
OvrI							
OvrU							
P							
PF							
Q							
Rser							
S							
Utrms							
RngU							
Uscal							
var0-11							
Xser							
Z							

CE Flicker Meßmodus

Default	Current	Voltage	Power	Int. Value	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
Uhwcf	f	Uhwcf	Phw	Uhwcf	Per	Env	abs()	Ain
dcl	dcs	dcl	f	dcl	Mtime	var0-11	acos()	DigFrq
dtl	dtl	dtl	P	dmaxl	FlkPer		asin()	Zero
dmaxl	dmaxs	dmaxl	PF	Pltl			bell()	
Pltl	Plts	Pltl	Q	Pmoml			cos()	
Pmoml	Pms	Pmoml	Rser	Pstl			digin()	
Pml	Pmoms	Pml	S	Upkph			dout_on()	
Phw	Uhws	Phw	Xser				dout_off()	
UhwI	Psts	UhwI	Z				freeze()	
Pstl	Ithd	Pstl					isrun()	
Upkph	Itrms	Upkph					isstop()	
f	RngI	f					log()	
dcs	Iscal	Uthd					ln()	
dtl	OvrI	OvrU					reset()	
dmaxs		Utrms					scale_i()	
Plts		RngU					scale_u()	
Pms		Uscal					sin()	
Pmoms							sqrt()	
Uhws							start()	
Psts							stop()	
Ithd							unfreeze()	
Uthd							if());fi	
Itrms							2.7182818 (e)	
RngI							3.1415927 (π)	
Iscal							1.2566e-6 (μ_0)	
Env							8.854e-12 (ϵ_0)	
OvrI								
OvrU								
P								
PF								

Default	Current	Voltage	Power	Int. Value	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
Q								
Rser								
S								
Utrms								
RngU								
Uscal								
var0-11								
Xser								
Z								

HARM100 Meßmodus

Default	Current	Voltage	Power	Measure	Custom	Misc.	IF/IO
D	f	f	D	Per	Env	abs()	Ain
f	Ih	Uh	f	Mtime	var0-11	acos()	DigFrq
Ih	Ithd	Uthd	Ph			asin()	Zero
Ithd	IP	UP	Qh			bell()	
IP	Itrms	Utrms	Sh			cos()	
Ph	RngI	RngU	P			digin()	
Qh	Iscal	Uscal	PF			dout_on()	
Sh	OvrI	OvrU	Q			dout_off()	
Uh			Rser			freeze()	
Uthd			S			isrun()	
UP			Xser			isstop()	
Itrms			Z			log()	
RngI						ln()	
Iscal						reset()	
Env						scale_i()	
OvrI						scale_u()	
OvrU						sin()	
P						sqrt()	
PF						start()	
Q						stop()	
Rser						unfreeze()	
S						if();fi	
Utrms						2.7182818 (e)	
RngU						3.1415927 (π)	
Uscal						1.2566e-6 (μ_0)	
var0-11						8.854e-12 (ϵ_0)	
Xser							
Z							

Mit dem Drehknopf wird ein Wert ausgewählt und durch Druck auf *Enter* oder den Drehknopf in die Eingabezeile kopiert. Wenn nach der Kennung ein ‘:’ folgt, müssen noch zusätzliche Zeichen für den Meßkanal eingegeben werden (z.B. die Nummer des Analogeingangs, z.B.

‘Ain:3’). Wenn keine Nummer vorgegeben wird, ist ‘1’ der Standardwert.

Wenn der Wert ein Array ist, wird der gewünschte Index in eckigen Klammern ‘[]’ angegeben (die 5. Harmonische wäre z.B. $u_h[5]$). Man kann dies auch mit der Kanalnummer kombinieren: $u_h:2[5]$ wäre demnach die 5. Harmonische des 2. Meßkanals. Wenn kein Index angegeben ist, wird ‘0’ angenommen.

Um den Cursor an eine andere Textposition zu fahren hat man zwei Möglichkeiten: Mit **Mode** kann man ‘move’ (der Cursor wird zeichenweise bewegt) oder ‘line’ (der Cursor wird zeilenweise bewegt) einstellen.

Mit **new line** kann man einen Zeilenumbruch einfügen (nur bei mehrzeiligen Eingabefenstern). Speziell beim Scripteditor bekommt man mit *Misc.* eine Liste von häufig benutzen Funktionen und Operatoren.

Ist die Eingabe abgeschlossen, so muß diese mit **End** übernommen werden.

4.6 Eingabe von Zahlen

Nachdem man eine Zahl über den Zehnerblock eingegeben und den Cursor an das rechte Ende gefahren hat, kann man den Drehknopf nach rechts drehen, um die Vorsatzzeichen ‘μ’, ‘m’, ‘k’ und ‘M’ zu erhalten. Somit kann man kleine und große Zahlen leichter eingeben.

5 Normaler Meßmodus

Im normalen Meßmodus arbeitet das LMG450 als 4-Kanal-Leistungsmeßgerät. Strom, Spannung und Leistung werden direkt gemessen, andere Größen daraus abgeleitet.

5.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in dieses Menü gewechselt ist, muß man zunächst **Norm(a)** drücken, um in diesen Modus zu kommen. Mit dem Drehknopf kann man drei Karteikarten auswählen ('Globals', 'Group A' und 'Group B'). Durch Drücken des Drehrades kann man nun einige Einstellungen vornehmen.

Da daß Menü ähnlich wie ein Stromlaufplan gezeichnet ist, kann man die Auswirkungen von Einstellungen direkt erkennen.

5.1.1 Karteikarte Globals

Hier werden die Einstellungen vorgenommen, die für das gesamte Gerät gelten (unabhängig von den Gruppen).

Cycle Hier wird die Zeitbasis (Meßzykluszeit) eingestellt. Gültige Werte liegen zwischen 0.05s und 60s. Alle Werte in Schritten von 10ms sind erlaubt. Ein Wert von 0ms legt eine externe Zeitvorgabe fest (siehe 14.1.1, 'Externe Synchronisation (Sync.)'). Während jedem Meßzyklus werden die Werte von Strom, Spannung und Leistung gespeichert. Nach dem Ende des Zyklus werden daraus die Anzeigewerte berechnet. Die Zykluszeit muß immer größer als die Periodendauer des Signals sein.

Aver Stellt ein, über wieviele Meßzyklen die Anzeige gemittelt wird. Bei einer Einstellung von z.B. 5 wird immer der gleitende Mittelwert der letzten 5 Meßzyklen angezeigt.

Wire Hier wird die gewünschte Meßschaltung eingestellt. Für Details siehe auch Kapitel 2.4, 'Das Gruppenkonzept'.

Aron Dieser Punkt kann nur bei Wiring 'A:1+2 B:3+4' angewählt werden. Wenn man ein 3Phasen/3Leitersystem in Aronschaltung anschließt, (siehe Kapitel 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen') muß man die Spannungen U_{13} und U_{23} messen. U_{12} wird vom Gerät berechnet. Üblicherweise möchte man aber die Spannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} bestimmen. Es wird also U_{13} statt U_{31} gemessen, wobei gilt: $U_{13} = -U_{31}$. Für die meisten Anzeigen ist das auch egal, aber bei der Scopedarstellung sieht man, daß U_{13} nicht 120° zu U_{12} phasenverschoben ist, sondern 60° . Das ist auch physikalisch korrekt (man sieht was

tatsächlich am Gerät anliegt), aber es ist nicht das, was man erwartet und womit man üblicherweise umgeht. Wenn man jetzt die **Aron** Einstellung auf 'on' setzt, wird U_{13} invertiert als U_{31} dargestellt.

Nur wenn man tatsächlich an einem 2Phasen/3Leitersystem mißt, sollte man **Aron** auf 'off' stellen, um die echte Phasenlage zu sehen.

Die mit dem 3. Meßkanal gemessene Spannung wird ebenfalls invertiert.

5.1.2 Karteikarte Gruppe A/B

Die Einstellungen in den Gruppen A und B sind identisch, so daß sie nur einmal beschrieben werden. Jede Einstellung beeinflusst alle Kanäle dieser Gruppe!

Sync Hier wird die Synchronisationsquelle ausgewählt:

U Das Spannungssignal wird benutzt (Kanal 1 in Gruppe A und Kanal 4 in B)

I Das Stromsignal wird benutzt (Kanal 1 in Gruppe A und Kanal 4 in B)

X Extended Trigger. Siehe **Xtrig**

Line Die Versorgungsspannung wird benutzt

Extn Ein externes Signal an der Sync-Buchse wird benutzt

Coupl Hier wird die Kopplung des Synchronisationssignales (nur U und I, nicht Line, Xtrig und Extn) auf die Triggerstufe eingestellt. Diese Einstellung hat keinen Einfluß auf das Meßsignal!

AC+DC	Das Synchronisations-Signal wird mit allen Frequenzanteilen direkt gekoppelt.
LP<80Hz	Tiefpaßfilter. Die Signalanteile über 80Hz werden durch ein Tiefpaßfilter abgeschnitten.
LP<300Hz	Tiefpaßfilter. Die Signalanteile über 300Hz werden durch ein Tiefpaßfilter abgeschnitten. <u>Diese Einstellung ist sehr nützlich, wenn man an Frequenzumrichtern mit Grundschwingungen unter und Taktfrequenzen über 300Hz arbeitet.</u>
HP>10Hz	Hochpaßfilter. Die Signalanteile unter 10Hz werden durch ein Hochpaßfilter abgeschnitten.
HP>30Hz	Hochpaßfilter. Die Signalanteile unter 30Hz werden durch ein Hochpaßfilter abgeschnitten.
BP 10-300Hz	Es wird ein Bandpaß mit einer unteren Frequenz von 10Hz und einer oberen Frequenz von 300Hz benutzt.
BP 30-80Hz	Es wird ein Bandpaß mit einer unteren Frequenz von 30Hz und einer oberen Frequenz von 80Hz benutzt. Diese Einstellung wird vor allem dann benutzt, wenn an sehr stark verzerrten, netzfrequenten Signalen gemessen werden muß.

AM 10-300Hz	Amplituden (De)Modulation. Das AM Signal wird demoduliert und die Einhüllende im Frequenzbereich 10-300Hz wird für die Synchronisation benutzt. Diese Einstellung ist speziell für elektronische Vorschaltgeräte/Transformatoren nützlich.
-------------	--

Xtrig Hier kann man die Triggerbedingungen sehr exakt einstellen. Dieses Menü sollte nur von sehr erfahrenen Benutzern bedient werden, da falsche Einstellungen zu falschen Meßergebnissen führen können.

Signl Hier wird das Triggersignal festgelegt. Möglich sind: u, i, p, u^2 , i^2 , u_{filt} , i_{filt} , p_{filt} (siehe auch 14.5 'Blockdiagramm Hauptrechner')

Filt Hier wird das Filter eingestellt, das auf das gewählte **Signl** einwirkt. Bitte beachten:

1. Wird bei 50Hz Signalen 'p' gewählt, so hat man eine 100Hz Schwingung. Diese würde von einem 87.5Hz Filter beeinflusst!
2. Man sollte immer versuchen, das HF-Rejection Filter einzuschalten (siehe **Filter/S-Cpl, Filt**) um Aliasing im Triggersignal zu vermeiden. Speziell bei Frequenzumrichtern sollte dieses Filter aktiv sein!

Level Hier wird der Triggerlevel eingestellt. Bei 'u' und einem Level von 100V wird jedesmal getriggert, wenn das Signal den 100V Pegel kreuzt. Bitte beachten: Bei 'u²' ist der Level 100V² und das Gerät triggert bei $|u| > 10V$!!

Hyst Üblicherweise hat man ein leichtes Rauschen auf jedem Signal. Ohne Hysterese bekäme man möglicherweise dadurch mehrere Nulldurchgänge. Mit Hilfe der Hysterese kann man dies vermeiden. Beispiel: **Level** 100V, **Hyst** 5V. Wenn das Signal von einem Level kleiner 95V kommt, muß es bis 105V steigen, um eine positive Flanke zu erzeugen. Kommt es von einem Pegel größer 105V, muß es bis 95V fallen um die negative Flanke zu erzeugen.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

Was kann man mit diesem Triggermodus anfangen?

Bei Signalen mit großem DC Anteil und kleinem AC Anteil (z.B.

Umrichterzwischenkreis) kann man oft mangels Nulldurchgängen nicht triggern. Die Lösung ist nun, den **Level** auf den Wert des DC Anteils einzustellen.

Ein weiteres Beispiel sind Schwingungspaketsteuerungen. Diese sind technisch gesehen AM Signale mit einem 50Hz Träger und z.B. 1.5Hz Modulator-Signal. Für korrekte Messungen muß auf das 1.5Hz Signal synchronisiert werden. Dazu wählt man 'i*i' als Quelle und das 30Hz Filter. Somit hat man einen Quadratur-Demodulator aufgebaut. Mit Hilfe von Level muß nun noch eine geeignete Triggerschwelle gesucht werden, damit das LMG450 auf dieses AM-Signal synchronisieren kann.

Filt Hier kann man verschiedene Filter in den Meßpfad schalten. Die Synchronisation 'U' und 'I' wird hiervon nicht beeinflusst, wohl aber die Stellung 'X' (**Xtrig**).

off	Alle Filter sind abgeschaltet
HF-Rej.	Das HF Rejection Filter ist angeschaltet. <u>Speziell bei Frequenzumrichtern sollte dieses Filter aktiv sein!</u>
30Hz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 30Hz aktiv.
60Hz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 60Hz aktiv.
87.5Hz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 87.5Hz aktiv.
175Hz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 175Hz aktiv.
1.4kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 1.4kHz aktiv.
2kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 2kHz aktiv.
2.8kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 2.8kHz aktiv.
6kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 6kHz aktiv.
9.2kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 9.2kHz aktiv.
18kHz	Zusätzlich zum HF Rejection Filter ist ein digitales Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 18kHz aktiv.

Speziell bei Frequenzumrichtern sollte das HF-Rejection Filter aktiv sein!

S-Cpl Hiermit wird die Signalkopplung beeinflusst. Die Triggerung ist hiervon nicht betroffen.

AC+DC Alle Signalanteile werden gemessen und angezeigt

AC Es werden nur die AC-Anteile des Signals zur Anzeige gebracht. Der DC Anteil wird rechnerisch abgetrennt, nicht per Hardware im Meßkanal

back Zurück zum übergeordneten Menü.

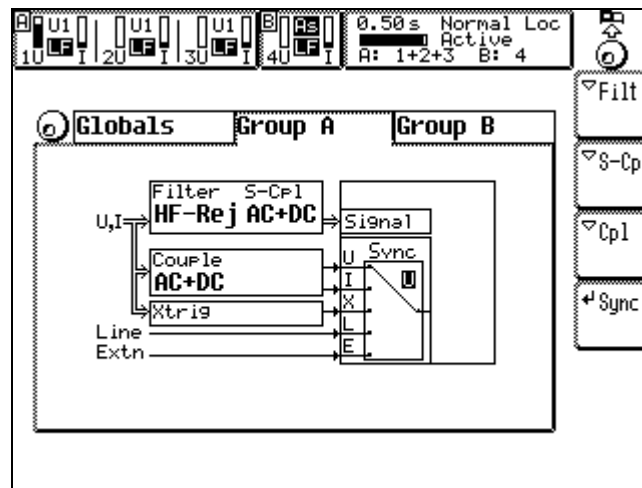


Bild 23: Measuring Menü im normalen Meßmodus

5.2 Meßbereiche (Range)

Nachdem man mit *Range* in dieses Menü gewechselt hat, kann man für alle Kanäle die Meßbereiche und Skalierungen einstellen. Man sieht drei Karteikarten ('Group A', 'Group B' und 'Sense/More').

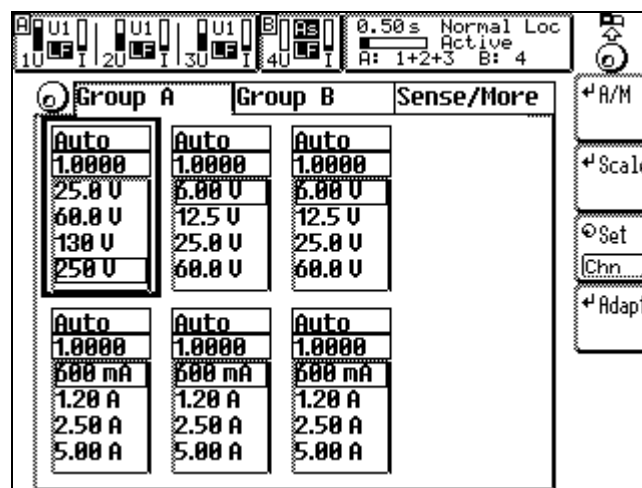


Bild 24: Range Menü im normalen Meßmodus

5.2.1 Karteikarte Gruppe A/B

Die Einstellungen sind in beiden Gruppen gleich, weshalb sie nur einmal beschrieben sind.

A/M Mit **A/M** wird zwischen automatischer und manueller Meßbereichswahl umgeschaltet. Dies ist nur im normalen Meßmodus möglich. In allen anderen Meßmodi muß der Meßbereich manuell gewählt werden.

Scale Mit **Scale** wird ein Skalierungsfaktor für den Meßbereich eingegeben. Diese Einstellung wird benutzt, wenn externe Wandler das Eingangssignal skalieren (z.B. Stromwandler oder Spannungswandler).

Beispiel 1:

Eine Stromzange hat ein Übersetzungsverhältnis von 1000A/1A. In diesem Fall ist ein Wert von 1000 einzugeben.

Beispiel 2:

Eine Stromzange hat ein Übersetzungsverhältnis von 1A/10mV. Das entspricht 100A/V. Somit muß man 100 eingeben.

Set Hier kann man festlegen, ob man mit dem Drehknopf einen anderen Kanal auswählen möchte ('Chn') oder ob man im ausgewählten Kanal den Meßbereich verändern möchte ('Rng').

Adapt all Hierdurch wird erreicht, daß alle anderen Meßkanäle der Gruppe genau so eingestellt werden, wie der aktuell selektierte. Wenn der aktuell selektierte im Automatischen Meßmodus arbeitet, werden alle anderen Kanäle auch auf den automatischen Meßmodus geschaltet. Bei manuellem Meßmodus werden alle Kanäle auf den gleichen Meßbereich geschaltet.
Bitte beachten! Die Skalierung wird nicht angepaßt! Der Grund ist, daß die Skalierung oft dazu benutzt wird, die Meßfehler verschiedener Sensoren auszugleichen. Eine Veränderung dieses Wertes würde somit zu Meßfehlern führen.

5.2.2 Karteikarte Sense/More

Auf dieser Karte findet man Informationen über die angeschlossenen Stromsensoren. Wenn sie angeschlossen sind, bekommt man automatisch eine neue Liste mit den jeweiligen Meßbereichen.

Zum Anschluß von handelsüblichen Stromzangen siehe auch 14.1.2, 'Externer Stromsensor '

Hinweise zum Autorange

In Zusammenhang mit der Autorange-Funktion gibt es einige Punkte, die man beachten sollte:

- Wenn man eine einzelne Spitze messen möchte (z.B. im Anlaufmoment) darf nicht die Autorangefunktion benutzt werden. Der Grund dafür ist, daß der nächst größere Meßbereich immer erst gewählt wird, wenn der aktuelle Bereich übersteuert ist, d.h. falsch mißt. Somit ist diese Spitze nicht korrekt erfaßbar.
- Bei Messungen, bei denen die Meßgenauigkeit eine sehr große Rolle spielt, sollte die Autorangefunktion nicht benutzt werden, da in der Regel nur der Meßwert abgelesen wird, nicht jedoch der aktuelle Meßbereich. Somit ist keine Aussage über den Meßfehler möglich, da dieser vom Meßbereich abhängt.
- Die Autorangefunktion darf nicht benutzt werden, wenn eine lückenlose Messung gefordert ist (z.B. Energiemessung, Harmonische, Flicker). Der Grund dafür ist, daß bei jeder

Meßbereichumschaltung der Meßkanal einschwingen muß. Die Einschwingzeit wird vom Meßgerät nicht mitgemessen, da die zugehörigen Meßwerte sinnlos sind.

5.3 Meßwertdefinitionen

Nachfolgend sind Definitionen der Meßgrößen des normalen Meßmodus angegeben. Diese Teilen sich in 2 Gruppen auf:

- Die Meßwerte, die während eines einzigen Meßzyklus ermittelt wurden und von allen anderen Meßzyklen unabhängig sind.
- Die integrierten Meßwerte, die von mehreren Meßzyklen abhängig sind.

Grundlegende Definitionen:

$u(t)$ Der Augenblickswert der Spannung der für die Berechnungen benutzt wird

$i(t)$ Der Augenblickswert des Stromes der für die Berechnungen benutzt wird

T Die Dauer einer ganzzahligen Anzahl von Periodendauern des Synchronisationssignals. Die Anzahl der Perioden hängt von der Zykluszeit ab und kann von Zyklus zu Zyklus schwanken. T ist die echte Meßzeit.

Die Werte $u(t)$ und $i(t)$, die für die Berechnungen benutzt werden, können die direkt im Meßkanal n bestimmten Werte $u_n(t)/i_n(t)$ oder auch berechnete Werte sein (abhängig von der Wiring-Einstellung und dem Anzeigekanal):

Wiring '4+0 Channels'

Anzeigekanal	$u(t)$	$i(t)$
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$
5	-	-

Wiring '3+1 Channels'

Anzeigekanal	$u(t)$	$i(t)$
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$

Anzeigekanal	$u(t)$	$i(t)$
5	-	-

Wiring '2+2 Channels'

Anzeigekanal	$u(t)$	$i(t)$
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$
5	$-u_1(t)+u_2(t)$	$-i_1(t)-i_2(t)$
6	$-u_3(t)+u_4(t)$	$-i_3(t)-i_4(t)$
7	-	-
8	-	-

Für weitere Informationen siehe auch Kapitel 2.4, 'Das Gruppenkonzept'

Verkettete Werte

Wenn die Option L45-O6 (Stern-Dreieck-Umrechnung) installiert ist, hat man folgende zusätzliche Wirings zur Verfügung. Die Werte in der Spalte 'Meßkanalnummer' sind die Abtastwerte des jeweiligen Meßkanals. Die Werte in der Spalte 'Schaltungsnummer' ordnen die Meßwerte den Werten der Meßschaltung zu. Diese Spalte ist natürlich nur richtig, wenn das Meßgerät richtig angeschlossen ist. Dazu kann die Meßschaltung unter jeder Tabelle benutzt werden.

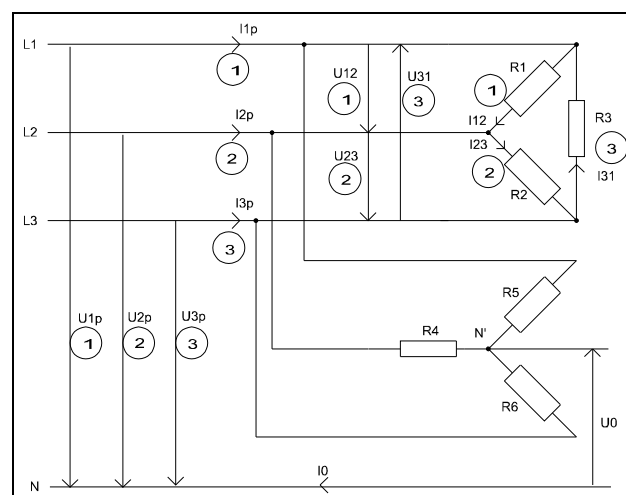


Bild 25: Lage der verschiedenen verketteten Werte

Für weitere Hinweise und Einschränkungen der Stern-Dreieck-Umrechnung siehe 2.5, 'Verkettete Werte (Option L45-O6)'

Wiring '3+1, U*I*-> UΔIΔ'

	Meßkanal		Schaltungs- nummer	
Anzeigekanal	u(t)	i(t)	U	I
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$	U1	I1
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$	U2	I2
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$	U3	I3
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$	U4	I4
5	$u_1(t)-u_2(t)$	$\frac{i_1(t)-i_2(t)}{3}$	U12	I12
6	$u_2(t)-u_3(t)$	$\frac{i_2(t)-i_3(t)}{3}$	U23	I23
7	$u_3(t)-u_1(t)$	$\frac{i_3(t)-i_1(t)}{3}$	U31	I31

Für die Anschaltung siehe 3.3.2, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen'

Wiring '3+1, UΔI*-> UΔIΔ'

	Meßkanal		Schaltungs- nummer	
Anzeigekanal	u(t)	i(t)	U	I
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$	U12	I1
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$	U23	I2
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$	U31	I3
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$	U4	I4
5	$u_1(t)$	$\frac{i_1(t)-i_2(t)}{3}$	U12	I12
6	$u_2(t)$	$\frac{i_2(t)-i_3(t)}{3}$	U23	I23
7	$u_3(t)$	$\frac{i_3(t)-i_1(t)}{3}$	U31	I31

Für die Anschaltung siehe 3.3.3, 'Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)'

Wiring '3+1, UΔI*-> U*I*'

	Meßkanal		Schaltungs- nummer	
Anzeigekanal	u(t)	i(t)	U	I
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$	U12	I1

	Meßkanal		Schaltungsnummer	
Anzeigekanal	u(t)	i(t)	U	I
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$	U23	I2
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$	U31	I3
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$	U4	I4
5	$\frac{u_1(t) - u_3(t)}{3}$	$i_1(t)$	U1	I1
6	$\frac{u_2(t) - u_1(t)}{3}$	$i_2(t)$	U2	I2
7	$\frac{u_3(t) - u_2(t)}{3}$	$i_3(t)$	U3	I3

Für die Anschaltung siehe 3.3.3, 'Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6)'

Wiring '2+2, UΔI*-> UΔIΔ'

	Meßkanal		Schaltungsnummer	
Anzeigekanal	u(t)	i(t)	U	I
1	$u_1(t)$	$i_1(t)$	U13	I1
2	$u_2(t)$	$i_2(t)$	U23	I2
3	$u_3(t)$	$i_3(t)$	U13'	I1'
4	$u_4(t)$	$i_4(t)$	U23'	I2'
5	$-u_1(t)+u_2(t)$	$-i_1(t)-i_2(t)$	U12	I3
6	$-u_3(t)+u_4(t)$	$-i_3(t)-i_4(t)$	U12'	I3'
7	$u_1(t)$	$\frac{i_2(t) - 2i_1(t)}{3}$	U12	I12
8	$-u_2(t)$	$\frac{-i_1(t) - 2i_2(t)}{3}$	U23	I23
9	$u_2(t)-u_1(t)$	$\frac{i_2(t) - i_1(t)}{3}$	U31	I31
10	$u_3(t)$	$\frac{i_4(t) - 2i_3(t)}{3}$	U12'	I12'
11	$-u_4(t)$	$\frac{-i_3(t) - 2i_4(t)}{3}$	U23'	I23'
12	$u_4(t)-u_3(t)$	$\frac{i_4(t) - i_3(t)}{3}$	U31'	I31'

Für die Anschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen'

Wiring '2+2, UΔI*-> U*I*'

	Meßkanal		Schaltungsnummer	
Anzeige kanal	u(t)	i(t)	U	I
1	u ₁ (t)	i ₁ (t)	U13	I1
2	u ₂ (t)	i ₂ (t)	U23	I2
3	u ₃ (t)	i ₃ (t)	U13'	I1'
4	u ₄ (t)	i ₄ (t)	U23'	I2'
5	-u ₁ (t)+u ₂ (t)	-i ₁ (t)-i ₂ (t)	U12	I3
6	-u ₃ (t)+u ₄ (t)	-i ₃ (t)-i ₄ (t)	U12'	I3'
7	$\frac{2u_1(t) - u_2(t)}{3}$	i ₁ (t)	U1	I1
8	$\frac{-u_2(t) - u_1(t)}{3}$	-i ₁ (t)-i ₂ (t)	U2	I2
9	$\frac{2u_2(t) - u_1(t)}{3}$	i ₂ (t)	U3	I3
10	$\frac{2u_3(t) - u_4(t)}{3}$	i ₃ (t)	U1'	I1'
11	$\frac{-u_4(t) - u_3(t)}{3}$	-i ₃ (t)-i ₄ (t)	U2'	I2'
12	$\frac{2u_4(t) - u_3(t)}{3}$	i ₄ (t)	U3'	I3'

Für die Anschaltung siehe 3.3.5, 'Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen'

Für weiter Information siehe auch 2.5, 'Verkettete Werte'

5.3.1 Werte aus Einzelmessungen**Strom und Spannung**

Echt Effektivwert:

$$U_{trms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)^2 dt}$$

$$I_{trms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t)^2 dt}$$

Negativer DC Anteil:

$$U_{dcn} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \begin{cases} u(t) & \text{for } u(t) < 0 \\ 0 & \text{for } u(t) \geq 0 \end{cases} dt$$

$$I_{dcn} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \begin{cases} i(t) & \text{for } i(t) < 0 \\ 0 & \text{for } i(t) \geq 0 \end{cases} dt$$

Positiver DC Anteil:

$$U_{dcp} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \begin{cases} u(t) & \text{for } u(t) \geq 0 \\ 0 & \text{for } u(t) < 0 \end{cases} dt$$

$$I_{dcp} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \begin{cases} i(t) & \text{for } i(t) \geq 0 \\ 0 & \text{for } i(t) < 0 \end{cases} dt$$

DC Anteil:

$$U_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t) dt$$

$$I_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t) dt$$

AC Anteil:

$$U_{ac} = \sqrt{U_{trms}^2 - U_{dc}^2}$$

$$I_{ac} = \sqrt{I_{trms}^2 - I_{dc}^2}$$

Spitze-Spitze Wert:

$$U_{pp} = \max(u(t)) - \min(u(t))$$

$$I_{pp} = \max(i(t)) - \min(i(t))$$

Gleichrichtwert:

$$U_{rect} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T |u(t)| dt$$

$$I_{rect} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T |i(t)| dt$$

Krestfaktor:

$$U_{cf} = \frac{U_{pk}}{U_{trms}}$$

$$I_{cf} = \frac{I_{pk}}{I_{trms}}$$

Formfaktor:

$$U_{ff} = \frac{U_{trms}}{U_{rect}}$$

$$I_{ff} = \frac{I_{trms}}{I_{rect}}$$

Anlaufstrom:

$$I_{inr} = \max(|i(t)|)$$

Leistung

Wirkleistung:

$$P = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t) i(t) dt$$

Blindleistung:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Scheinleistung:

$$S = U_{trms} * I_{trms}$$

Leistungsfaktor:

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

Hinter dem Leistungsfaktor kann noch ein 'i' oder 'c' erscheinen. Dadurch wird eine kapazitive oder induktive Last angezeigt. Diese Anzeige erscheint aber nur, wenn:

$$\lambda < 0.999 \text{ und } 1.05 < U_{ff} < 1.2 \text{ und } 1.05 < I_{ff} < 1.2 \text{ und } f < 1 \text{ kHz}$$

Unter diesen Bedingungen sind Strom und Spannung nahezu sinusförmig. Andernfalls wird nichts angezeigt.

Bitte beachten

Die i/c Anzeige wurde hauptsächlich für Netzapplikationen entwickelt. Bei sehr geringen Aussteuerungen und bei sehr hohen Frequenzen kann die Anzeige fragwürdig sein.

Phasenwinkel:

$$\varphi = \arccos \lambda \quad \text{with} \quad \varphi = \varphi_{ui} = \varphi_u - \varphi_i$$

Das Vorzeichen des Phasenwinkels wird aus der i/c Anzeige entnommen, + bei induktivem Charakter, wobei der Strom als Referenz genommen wird. Dieser Wert ist nur bei reinen Sinusgrößen richtig! Der Winkel wird im Bereich $\pm 180^\circ$ angezeigt, bei Winkeln außerhalb $\pm 90^\circ$ ist die Wirkleistung in der Regel negativ.

Widerstand

Scheinwiderstand:
$$Z = \frac{U_{trms}}{I_{trms}}$$

Wirkwiderstand:
$$R_{ser} = \frac{P}{I_{trms}^2}$$

Blindwiderstand:
$$X_{ser} = \frac{Q}{I_{trms}^2}$$

5.3.2 Werte aus zeitabhängigen Messungen

Grundlegende Definitionen:

n Ein Wert aus dem Meßzyklus n.

N Die Anzahl der aufintegrierten Meßzyklen. Die Anzahl hängt von der echten Meßzeit und der gewünschten Integrationszeit ab.

Energie

Wirkenergie:
$$EP = \sum_{n=0}^N P_n * T_n$$

Blindenergie:
$$EQ = \sum_{n=0}^N Q_n * T_n$$

Scheinenergie:
$$ES = \sum_{n=0}^N S_n * T_n$$

Gemittelte Werte

Mittlere Wirkleistung:
$$P_m = \frac{EP}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Mittlere Blindleistung:
$$Q_m = \frac{EQ}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Mittlere Scheinleistung:
$$S_m = \frac{ES}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Verschiedene

Ladung: $q = \sum_{n=0}^N Idc_n * T_n$

Integrationszeit: $t = \sum_{n=0}^N T_n$

5.3.3 Summenwerte

Diese Werte werden über alle Kanäle einer Gruppe berechnet. Folgende Symbole werden benutzt:

f Erster Kanal der Gruppe

l Letzter Kanal der Gruppe

s Nummer des AnzeigeKanals der Summenwerte

Diese drei Symbole hängen stark von der verwendeten Meßschaltung ab (siehe 2.4, 'Das Gruppenkonzept' und 2.5, 'Verkettete Werte')

Folgende Werte werden für den Summenkanal berechnet (alle anderen Werte sind ungültig):

Kollektive Summenspannung: $U_{s_{TRMS}} = \sqrt{\sum_{n=f}^l U_{n_{TRMS}}^2}$

Kollektiver Summenstrom: $I_{s_{TRMS}} = \sqrt{\sum_{n=f}^l I_{n_{TRMS}}^2}$

Wirkleistung: $P_s = \sum_{n=f}^l P_n$

Scheinleistung: $S_s = U_s * I_s$

Blindleistung: $Q_s = \sqrt{S_s^2 - P_s^2}$

Leistungsfaktor: $\lambda_s = \frac{|P_s|}{S_s}$

Frequenz: $f_s = f_f$

Wirkenergie: $EP_s = \sum_{n=0}^N P_s T_n$

Blindenergie: $EQ_s = \sum_{n=0}^N Q_s T_n$

Scheinenergie:
$$ES_s = \sum_{n=0}^N S_s T_n$$

Mittlere Wirkleistung:
$$Pm_s = \frac{EP_s}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Mittlere Blindleistung:
$$Qm_s = \frac{EQ_s}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Mittlere Scheinleistung:
$$Sm_s = \frac{ES_s}{\sum_{n=0}^N T_n}$$

Alle diese Berechnungen werden nach DIN40110 vorgenommen.

5.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs. Auch in diesen Menüs ist das Gruppenkonzept beibehalten. Mit dem Drehknopf wird die Karteikarte der gewünschten Gruppe ausgewählt. Nun stehen bis zu vier Softkeys zur Verfügung (einige können deaktiviert sein, abhängig vom Wiring, der Gruppe und den installierten Optionen):

Chns Hiermit wird der Anzeigekanal ausgewählt. Eine 2. Softkeyleiste erscheint, mit der die Auswahl getroffen wird.

Link Hiermit werden verkettete Werte eines Kanals angezeigt.

Sum Hiermit werden die Summenwerte des Kanals angezeigt.

Displ Hier kann man die Schriftgröße bestimmen. Es können entweder viele Werte in kleiner oder wenige Werte in großer Schrift angezeigt werden.

Über den Meßwerten wird jeweils mit einer Überschrift angezeigt, was man sieht.

Chnx Man sieht die Werte des Meßkanals x. Dies ist immer ein Meßkanal von der Geräterückseite.

Linkxy Man sieht die Werte eines verketteten Meßkanals. xy sind die Nummern der Meßkanäle, deren Abtastwerte zur Berechnung herangezogen werden

SUM(x-y) Man sieht die Werte eines Summenkanals. x und y sind der erste und letzte Kanal, der zur Summenbildung herangezogen wird

(x,y) Dieses Feld ist optional. Es zeigt an, welche Werte der Schaltung hinter den Meßwerten stehen.

n:x Dieser Kanal gehört zur Gruppe n. x ist die Nummer des Anzeigekanals. Diese Zahl wird z.B. im Scripteditor (mit dem ‘:’!) oder im Interface (ohne den ‘:’!) benutzt.

Die folgenden Beispiele treten auf, wenn man im Measuring Menü Wiring auf ‘A:1+2 B:3+4’ und Aron auf ‘on’ gesetzt.

Beispiel: Chn2 (U23,I2) A:2

Das ist der Meßkanal 2. Dieser sollte an U23 und I2 angeschlossen werden. Er gehört zur Gruppe A und ist der Anzeigekanal 2.

Beispiel: Link34 (U12,I3) B:6

Das ist der verkettete Kanal, der aus den Meßkanäle 3 und 4 berechnet wird. Er repräsentiert U12 und I3 der Meßschaltung. Er gehört zur Gruppe B und ist der Anzeigekanal 6.

Beispiel: Sum(1-2) A:13

Das ist der Summenkanal, der über die Anzeigekanäle 1 bis 2 gebildet ist. Er gehört zur Gruppe A und ist der Anzeigekanal 13.

Für weiter Informationen siehe auch 2.4, ‘Das Gruppenkonzept’ und 2.5, ‘Verkettete Werte’

5.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen des Systems auf einen Blick. Für die Bedienung siehe Kapitel 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’

Group A	Group B
Chn1 A:1	
Itrms 0.1181 A	
Iac 0.1170 A	
Idc -0.0158 A	
Utrms 225.11 V	
Uac 225.11 V	
Udc 0.14 V	
P 16.00 W	
S 26.58 VA	
Q 21.23 var	
PF 0.6017	
F 49.999 Hz	

Group A	Group B
Chn1 A:1	Chn2 A:2
Itrms 0.1181 A	0.1190 A
Utrms 225.11 V	5.3388 V
P 16.00 W	0.116 W
Q 21.23 var	0.624 var
S 26.58 VA	0.635 VA
Chn3 A:3	Sum(1-3) A:13
Itrms 0.1172 A	0.2045 A
Utrms 5.3370 V	225.23 V
P 0.258 W	16.370 W
Q 0.569 var	43.057 var
S 0.625 VA	46.064 VA

Bild 26: Default Anzeige mit einem und vier Anzeigekanälen

5.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die wichtigsten Spannungsgrößen auf einen Blick. Für die Bedienung siehe Kapitel 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’

5.4.3 Current

In *Current* sieht man die wichtigsten Stromgrößen auf einen Blick. Für die Bedienung siehe Kapitel 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’.

Mit **Inrush** kann man den zuletzt gemessenen Anlaufstrom auf 0 zurücksetzen. Dieser Softkey steht nur zur Verfügung, wenn der Strommeßbereich manuell gewählt ist!. Wenn der Anlaufstrom den Meßbereich übersteuert hat, so wird er als Striche angezeigt.

5.4.4 Power

In *Power* sieht man die wichtigsten Leistungsgrößen auf einen Blick. Für die Bedienung siehe Kapitel 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’.

Weiterhin erhält man folgende Widerstandswerte: Z, X und R. **Bitte beachten Sie, daß die Werte X und R nur bei sinusförmigen Signalen richtig sind!**

5.4.5 Energy

In diesem Menü (erreichbar über *Int. Val*) sieht man die wichtigsten Energiegrößen auf einen Blick. Für die Bedienung siehe Kapitel 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’.

5.4.5.1 Integral Menu

In diesem Menü (erreichbar über *Int. Time*) werden die Zeiten für die Integration eingestellt. **Reset** setzt die Anzeigewerte auf ihre Grundeinstellungen (d.h. 0 für alle Energiewerte). Dies ist jedoch nur möglich, wenn der Integrationsstatus auf ‘Hold’ steht.

Mode Legt den Integrationsmodus fest. Dieser kann nur geändert werden, wenn der Integrationsstatus auf ‘RESET’ steht.

off	Keine Integration
continuous	Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis <i>Stop</i> gedrückt wird. Die Energiewerte werden beim Druck auf <i>Start</i> automatisch zurückgesetzt.
interval	Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis das Zeitintervall DUR um ist. Die Energiewerte werden beim Druck auf <i>Start</i> automatisch zurückgesetzt.
periodic	Ähnlich wie ‘interval’, aber mit 2 Unterschieden: - Am Ende eines Intervalls wird sofort ein neues gestartet. - Das Display wird nur am Intervallende aktualisiert, und nicht mehr nach jedem Meßzyklus.

- summing Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis *Stop* gedrückt wird. Die Energiewerte werden beim Start NICHT automatisch zurückgesetzt.
- DUR** DUR ist die Soll-Zeitdauer des Zeitintervalls beim ‘interval’ und ‘periodic’ Modus.

Start Time

- Start Date** Dies ist die Startzeit der Integration. Man muß nach der Einstellung *Start* drücken, damit sich der Status der Integration auf ‘wait’ ändert. Wenn die eingestellte Zeit erreicht ist, startet die Messung automatisch.

Die Runtime ist die laufende Integrationszeit. Diese Zeit kann kleiner als die Echtzeit sein, da z.B. bei Meßbereichsumschaltungen wegen der Einschwingzeit nicht alle Abtastwerte aufintegriert werden können.

Start der Integration

Es gibt drei Möglichkeiten, eine Integration zu starten. Man kann entweder mit **Start Time/Start Date** eine Startzeit vorgeben, die Taste *Start* drücken oder über die externe Synchronisationsbuchse starten (siehe 14.1.1 Externe Synchronisation (Sync.)). Der erste Meßzyklus, der aufintegriert wird, ist der auf den Start folgende Zyklus.

Die Gesamtintegrationszeit muß ein ganzzahliges Vielfaches der Meßzykluszeit sein.

Stop der Integration

Der letzte Zyklus, der aufintegriert wird, ist derjenige, in dem die *Stop* Taste gedrückt wird oder eine anderes Stop Ereignis auftritt.

Status der Integration

Es sind insgesamt 6 Zustände möglich:

- Reset** Die Energiemessung ist angehalten, die Werte sind auf 0 zurückgesetzt.
- Wait** Wenn die Startzeit noch nicht erreicht ist, erscheint dieser Status.
- Start** Dieser Status wird vom logischen Start der Integration (z.B. mit der *Start* Taste) bis zum physikalischen Start mit dem nächsten Zyklus angezeigt.
- Run** Dies wird während der Messung angezeigt.
- Stop** Dieser Status wird vom logischen Ende der Integration (z.B. mit der *Stop* Taste) bis zum physikalischen Ende am Ende des aktuellen Zyklus angezeigt.

Hold Die Integration ist abgeschlossen und die Werte bleiben bis zum Reset bzw. Start der nächsten Messung erhalten.

Während der Messung wird der Status invers angezeigt.

5.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* bekommt man die grafischen Anzeigen des normalen Meßmodus. Auch in diesen Menüs ist das Gruppenkonzept beibehalten. Mit dem Drehknopf wird die Karteikarte mit der gewünschten Funktion ausgewählt ('Scope A', 'Scope B', 'Vec.A', 'Vec.B' und 'Extended').

5.4.6.1 Scope A/B

Die Einstellungen in Gruppe A und B sind identisch, so daß beide Gruppen gemeinsam beschrieben werden.

Hier wird der Kurvenverlauf der Eingangssignale angezeigt (Abtastwerte). Neben dem Graphen wird die Y-Skalierung (ydiv), der Y-Skalierungs-Faktor (yzoom) und die vier ausgewählten Signale angezeigt.. Unter dem Graphen sieht man die Startposition der Kurve in s, den X-Skalierungsfaktor (xzoom) und die X-Skalierung (x/div). Durch Drücken des Drehknopfes kann man folgende Einstellungen vornehmen:

Graph Hier wird einer der vier Scope-Kanäle 'A' bis 'D' ausgewählt.

Signal Hier wird das darzustellende Signal ausgewählt. Welche Signal möglich sind, hängt vom Wiring ab. Prinzipiell sind folgende Signale möglich:

ix: Der Strom des Kanal x, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.

ux: Die Spannung des Kanal x, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.

px: Die Leistung des Kanal x, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.

Welche Werte genau ausgewählt werden können, hängt auch von den Einstellungen auf der 'Extended' Karteikarte ab

zoom Durch Drücken dieses Softkeys erscheint ein kleiner, symbolisierte Drehknopf im Softkey. Damit ist der Drehknopf nun auf die Zoom-Funktion eingestellt. Drückt man den Softkey mehrmals, kann man auswählen, ob man den X-Zoom oder Y-Zoom verändern möchte. Die Eingabe muß mit *Enter* bestätigt werden.

move Durch Drücken dieses Softkeys erscheint ein kleiner, symbolisierte Drehknopf im Softkey. Damit ist der Drehknopf nun auf die Move-Funktion eingestellt. Drückt man den Softkey mehrmals, kann man unter folgenden Punkten auswählen:

x-pos Das Signal wird mit dem Drehknopf auf der Zeitachse verschoben.

c1 Der 1. Cursor wird bewegt. In der 2. Zeile unter dem Graphen sieht man die X-Position und den Kurvenwert an dieser Stelle. Die eingestellte

Cursorposition ist konstant, d.h. wenn das Fenster bewegt wird, bleibt der Cursor an der gleichen Position der Kurve stehen. Steht der Cursor aber außerhalb des Fensters und wird bewegt, so wird er an den Rand des sichtbaren Bildschirms gesetzt.

c2 Siehe c1, aber 2. Cursor

c1&c2 Beide Cursor werden zusammen bewegt. In der untersten Zeile sieht man die X und Y Differenz zwischen den cursoren.

Split Man kann alle Graphen im gleichen Fenster sehen, oder jeden in seinem eigenen Fenster.

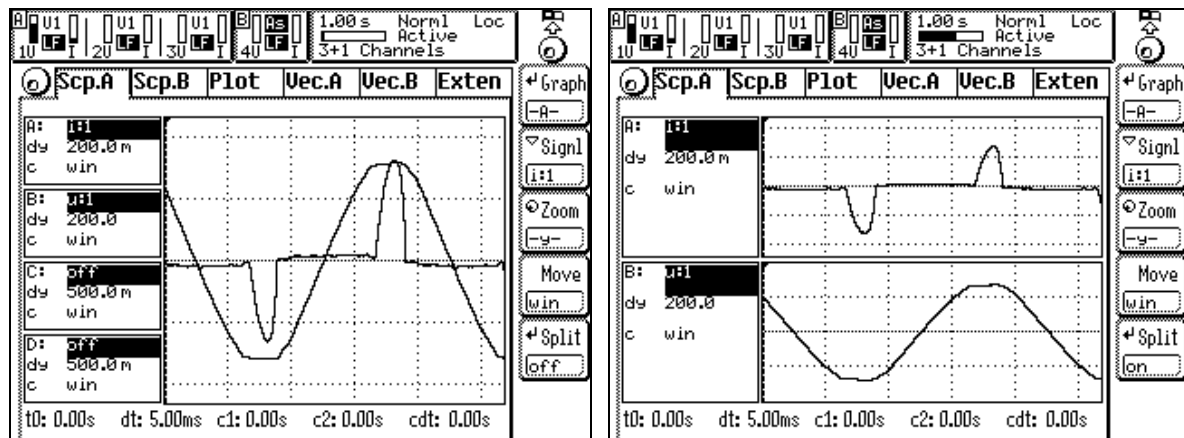


Bild 27: Scope Menü mit Split off/on

5.4.6.2 Plot Funktion

In diesem Menü können alle aufgenommenen und anzeigbaren Meßwerte über der Zeit in einem oder vier Graphen dargestellt werden. Links neben den Graphen werden im Beschreibungsabschnitt folgende Werte angegeben:

Farbig hinterlegt, mit der Farbe des dargestellten Graphen, die aufgetragene Meßwertfunktion.

dy Skalierung der y Achse pro Kästchen

y0 Offset der y Achse (Wert der Mittellinie)

c Funktionswert an der aktiven Cursorposition

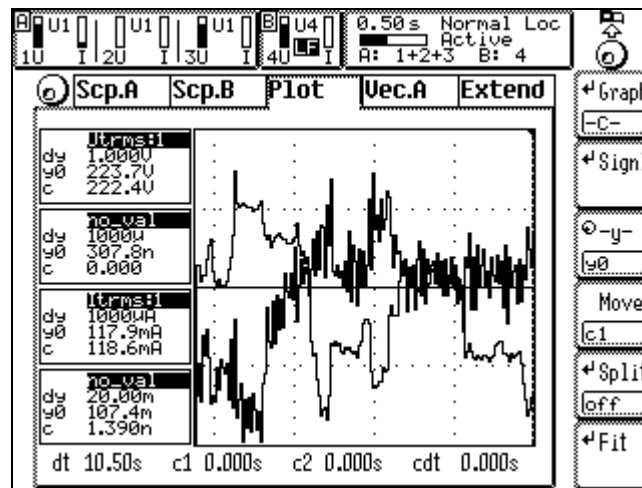


Bild 28: Plot Menü mit Split off

Unterhalb der Graphen sind die zeitabhängigen Werte angegeben:

- | | |
|-----|-------------------------------------|
| dt | Skalierung der x Achse pro Kästchen |
| c1 | x Wert des ersten Cursors |
| c2 | x Wert des zweiten Cursors |
| cdt | Zeitabstand zwischen den Cursor |

Folgende Einstellungen können mittels der rechten Softkeys vorgenommen werden:

- Chn** wechselt den Kanal (A-D)
- Signal** hier wird das darzustellende Signal eingestellt. Durch Druck dieses Softkeys wird eine Liste weiterer Einstellmöglichkeiten geöffnet. Mittels der nun erscheinenden Softkeys können die Einstellungen für die Bezeichnung des gewünschten Signals, abhängig vom Meßkanal (erreichbar auch über die Menütasten) getätigt werden (siehe 4.5 „Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen“). In diesem Untermenü können die Grundeinstellungen für die Darstellung vorgenommen werden. Die Eingabe erfolgt über die Tastatur und wird mit *Enter* bestätigt oder mit *Esc* verworfen.

- | | |
|--------------|---|
| Signl | Einstellung der darzustellenden Meßgröße |
| y/div | Skalierung der y Achse |
| y0 | Offset der y Achse (Wert der Mittellinie) |

Alle Eingaben werden hier mit Enter oder Druck des Drehknopfes bestätigt und mit Esc verworfen.

-y- mit diesem Softkey - bei Auswahl erscheint das Drehknopfsymbol in der linken oberen Ecke - werden die Einstellungen zu den y Achsenparametern während des laufenden Plots, ohne Wechsel in ein anderes Menu, vorgenommen. Durch Druck auf diese Taste wechselt der einzustellende Parameter zwischen dy und y_0 . Ein Fenster öffnet sich und der Wert kann bequem über das Drehrad eingestellt werden. Alle Eingaben werden hier mit *Enter* oder Druck des Drehrades bestätigt oder mit *Esc* verworfen.

Move hiermit werden die Cursor angewählt und können dann mittels Drehknopf verschoben werden. Diese Funktion sollte im Freeze-Zustand ausgeführt werden. Die Auswahl ist entweder jeder einzeln oder beide gemeinsam, was der Verschiebung eines Zeitfensters gleichkommt. Auch hier wird die Aktivität der Funktion durch Einblenden des Drehknopfsymbols gekennzeichnet.

Split durch Druck dieses Softkeys wird die Darstellung der vier Kanäle in vier einzelnen Graphen ausgewählt. Die Anzeige ändert sich dann in das folgende Bild:

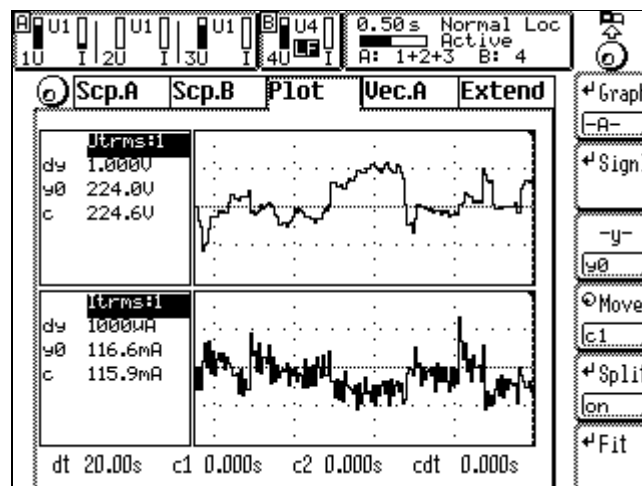


Bild 29: Plot Menü mit Split on

Anmerkung: die Funktion der Cursor ist für alle Kanäle gleich, um das Ablesen verschiedener Meßwerte zu genau gleichen Zeitpunkten zu ermöglichen.

Fit Hierdurch wird der gewählte Graph (A bis D) auf eine optimale Größe umskaliert.

5.4.6.3 Vec. A/B

Die Einstellungen in Gruppe A und B sind identisch, so daß beide Gruppen gemeinsam beschrieben werden.

Auf dieser Karteikarte sieht man die Vektoren (Zeiger) von Strom und Spannung (Fresnel Diagramm). In der unteren linken Ecke sieht man die Amplituden und Winkel der einzelnen Zeiger. In der oberen rechten Ecke sieht man den Drehsinn der Zeiger und die Phasenfolge:

‘1,2,3’ bei einem rechtsdrehenden System, ‘3,2,1’ bei einem linksdrehenden System. Man hat folgende Softkeys zur Verfügung:

Signl Hier kann man die Ströme oder die Spannungen auswählen.

Ref Hier wird der Bezug der Winkel eingestellt:

U U1 wird auf 0° gesetzt

I I1 wird auf 0° gesetzt

None Das Sync. Signal wird als 0° Referenz benutzt.

Alle in diesem Menü angezeigten Winkel sind auf diese Referenz bezogen!

Zoom Hier kann man das ausgewählte Signal größer oder kleiner darstellen.

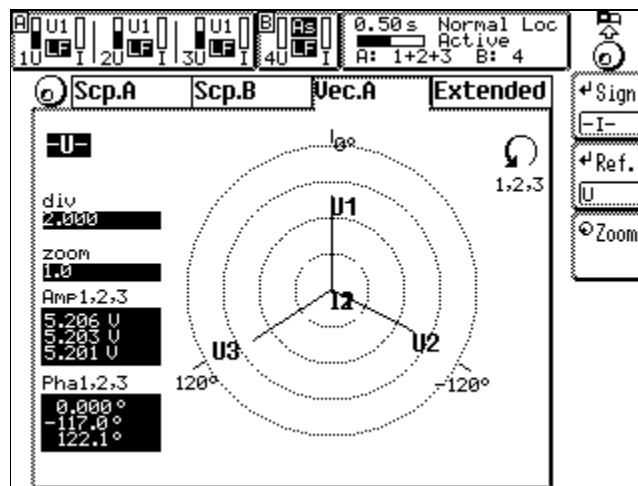


Bild 30: Vektor (Fresnel) Diagramm

Wichtige Hinweise

1. Die Winkel zwischen den Spannungen werden aus den Zeitpunkten der Nulldurchgängen der Spannungen berechnet. Bei starken Verzerrungen können die so ermittelten Werte falsch sein. Man kann aber alle vorhandenen Filter einsetzen, um das Signal zu glätten. Wenn man diese Messung im Meßmodus „HARM100“ durchführt, treten diese Nachteile nicht auf.
2. Die Winkel der Ströme werden aus dem jeweiligen Leistungsfaktor zurückgerechnet. Wenn die Ströme und Spannungen sinusförmig sind, ist dieser Wert richtig. Bei Verzerrungen in den Signalen, kann dieser Wert falsch sein! Man kann aber alle vorhandenen Filter einsetzen, um das Signal zu glätten. Dann bekommt man die Phasenverschiebung zwischen U und I. Wenn man diese Messung im Meßmodus „HARM100“ durchführt, treten diese Nachteile nicht auf.

3. Bei der Aronschaltung wird der Leistungsfaktor falsch berechnet (dies liegt an der Aronschaltung selber!). Deshalb werden auch die Stromwinkel falsch berechnet (siehe oben). Wenn man trotzdem gültige Leistungsfaktoren und Stromwinkel haben möchte, muß man die Option Stern-Dreieck-Umrechnung benutzen.

Für den Zugriff per Interface siehe:

- 10.2.4.1.1.9 Phasenlage Strom
- 10.2.4.1.1.13 Amplitude Strom
- 10.2.4.1.13.9 Phasenlage Spannung
- 10.2.4.1.13.13 Amplitude Spannung
- 10.2.10.8.3 Referenz

5.4.6.4 Extended

Hier wird eingestellt, welche Werte für welche Zeitdauer aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnungsdauer hängt von verschiedenen Parametern ab:

- Dem verfügbaren Speicher. Dieser wird in der ersten Zeile angezeigt.
- Der Anzahl der aufzuzeichnenden Werte. Mit dem Drehknopf kann ein Wert angefahren und durch Drücken des Drehknopfes ausgewählt werden.
- Der gewünschten Mindestaufzeichnungsdauer **Cycles** in Vielfachen des aktuell eingestellten Meßzyklus.

Wegen diesen vielen Einflußgrößen ändern sich die Aufzeichnungsdauer und -rate (beide werden angezeigt), wenn einer der Parameter sich ändert. Generell kann man sagen:

- Je größer der Speicher (65536 Worte oder 4194304 Worte), desto höher ist die Aufzeichnungsrate. Wenn die volle Aufzeichnungsrate erreicht ist, wird die Aufzeichnungsdauer vergrößert.
- Je weniger Signale gespeichert werden sollen, desto größer wird die Aufzeichnungsrate. Wenn die volle Aufzeichnungsrate erreicht ist, wird die Aufzeichnungsdauer vergrößert.
- Je kürzer die Zykluszeit ist, desto höher wird die Aufzeichnungsrate. Wenn die volle Aufzeichnungsrate erreicht ist, wird die Aufzeichnungsdauer vergrößert.

Wenn die Abtastwerte auf einem PC im Frequenzbereich weiter ausgewertet werden sollen (z.B. Digitale Filter, FFT, ...), ist sicherzustellen, daß die Aufzeichnungsrate größer als die doppelte Bandbreite ist!

dot Der 'dot joiner' verbindet benachbarte Abtastwerte bei der Darstellung mit einer Linie. Diese Funktion kann ein- ('on') oder ausgeschaltet ('off') werden.

Es ist zu beachten, daß das hinterlegte Raster immer in ganzzahligen Werten angezeigt wird, die Zeitpunkte der Cursor jedoch echte Meßwerte sind, die nicht unbedingt in das Raster passen.

5.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort kann man seine eigenen Werte zusammenstellen, Formeln berechnen und Scripte ausführen (siehe 4.4.3, ‘Benutzerdefiniertes Menü’ und 4.4.4, ‘Script/Formel Editor’).

5.5 Ausgabe (Loggen) von Werten

Man muß zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print/Log* (siehe Kapitel 11, ‘Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen’) wird die Datenausgabe eingeleitet. Alle angezeigten Meßwerte werden ausgedruckt.

6 prCE-Harmonische-Meßmodus

Im prCE Meßmodus arbeitet das LMG als hochpräziser Harmonischer Analysator. Die Einstellmöglichkeiten wurden auf ein Minimum reduziert um Fehleinstellungen zu vermeiden.

Bitte beachten!

Um gültige Anzeigen zu erhalten, muß die Synchronisationsquelle Signale liefern. Als Synchronisationsquelle ist der U-Kanal fest eingestellt. **Der zulässige Frequenzbereich liegt zwischen 45 und 65Hz!**

6.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Die Synchronisation ist fest auf Spannung eingestellt. Mit dem Drehknopf kann man zwischen drei Karteikarten auswählen ('Globals', 'Group A' und 'Group B').

6.1.1 Global Karteikarte

Hier werden grundlegende Einstellungen durchgeführt.

Eval Wählt die Klasse für die Bewertung der Meßergebnisse aus:

Class A	Bewertung nach Class A nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Class B	Bewertung nach Class B nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Class C-1	Bewertung nach Class C, Tabelle 1 nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Class C-2	Bewertung nach Class C, Tabelle 2 nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Class C-3	Bewertung nach Class C, Tabelle 3 nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Class C-W	Bewertung nach Class C, spezielle Kurvenform 7.3 b) nach EN61000-3-2:2006
Class D	Bewertung nach Class D nach EN61000-3-2:1995 oder EN61000-3-2:2006
Table 2	Bewertung nach Tabelle 2 der EN61000-3-12:2005
Table 3	Bewertung nach Tabelle 3 der EN61000-3-12:2005
Table 4	Bewertung nach Tabelle 4 der EN61000-3-12:2005

EN... Hier wird die Norm ausgewählt, welche die Meßbedingungen vorgibt:

- 2:95/-4-7:93 Die Kombination EN61000-3-2:1995 und EN61000-4-7:1993 ist aktiv
- 2:95/-4-7:02 Die Kombination EN61000-3-2:1995 und EN61000-4-7:2008 ist aktiv
- 2:00/-4-7:93 Die Kombination EN61000-3-2:2006 und EN61000-4-7:1993 ist aktiv
- 2:00/-4-7:02 Die Kombination EN61000-3-2:2006 und EN61000-4-7:2008 ist aktiv
- 12:05/-4-7:02 Die Kombination EN61000-3-12:2005 und EN61000-4-7:2008 ist aktiv

System Hier wird das System festgelegt. Es gibt 4 Einstellungen:

220V/50Hz, 230V/50Hz, 240V/50Hz

220V/60Hz, 230V/60Hz, 240V/60Hz

120V/50Hz

120V/60Hz

Das System muß angegeben werden, um die korrekte Meßspannung und -frequenz zu überprüfen.

Intv Hier wird die Meßzeit für die Langzeitauswertung eingestellt. Dies ist z.B. bei fluktuierenden Harmonischen wichtig. Das Ergebnis bekommt man im Menü *Int. Value* angezeigt.

Smooth Hiermit kann man die Mittelung der fluktuierenden Harmonischen mit dem 1.5s Tiefpaßfilter ein- oder ausschalten. Bei der EN61000-3-2:2006 ist dieser Punkt immer aktiv!

Back Zurück zum übergeordneten Menü.

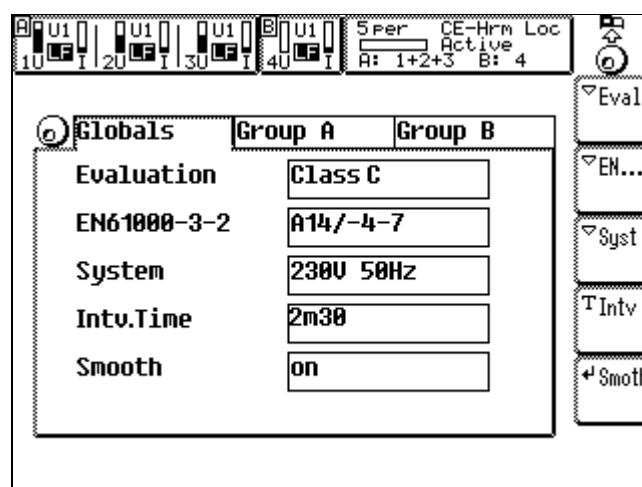


Bild 31: Measuring Menü im prCE-Harm Modus

6.1.2 Group A/B Karteikarte

Die Einstellungen in Gruppe A und B sind identisch, so daß beide Gruppen gemeinsam beschrieben werden.

Diese Karteikarte ist nur verfügbar, wenn man die EN61000-3-2:2006 mit Class C oder D oder EN61000-3-12 gewählt hat!!

Man kann dann die von den EN61000-3-2:2006 geforderten Werte für Leistungsfaktor und Grundschrwingungsstrom (für Klasse C) sowie Wirkleistung (für Klasse D) eingeben.

Diese Werte werden zur Berechnung der Grenzwerte benutzt. Jeder dieser Werte wird mit dem gemittelten gemessenen Wert verglichen. Wenn der Unterschied größer als 10% ist, müssen die Grenzwerte aus den gemessenen Werten neu berechnet und mit allen Meßwerten erneut verglichen werden. Für diesen Zweck empfehlen wir den Einsatz einer externen Analysesoftware (wie z.B. das SYS61K System von ZES).

Klasse C

Mit **PF** und **Curr** kann man den Leistungsfaktor und den Grundschrwingungsstrom eingeben.

Klasse D

Mit **Pow** kann man die Wirkleistung eingeben.

EN61000-3-12

Mit **Rsce** gibt man den R_{sce} Wert des Systems ein.

6.2 Meßbereiche (Range)

Die Einstellungen sind identisch zu 5.2 'Meßbereiche (Range)'. Es ist zu beachten daß die Normen Messungen ohne Lücken fordern. Aus diesem Grunde sollten die Meßbereiche immer auf 'Manual' stehen.

6.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

n Die Ordnungszahl der Harmonischen.

T Die Dauer einer ganzzahligen Anzahl von Perioden des Synchronisationssignals.

Strom und Spannung

Echt Effektivwert:

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)^2 dt}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t)^2 dt}$$

DC Anteil:	$U_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t) dt$	$I_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t) dt$
AC Anteil:	$U_{ac} = \sqrt{U_{trms}^2 - U_{dc}^2}$	$I_{ac} = \sqrt{I_{trms}^2 - I_{dc}^2}$
Crestfaktor:	$U_{cf} = \frac{U_{pk}}{U_{trms}}$	$I_{cf} = \frac{I_{pk}}{I_{trms}}$
Klirrfaktor:	$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2}$	$I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$

Die Harmonischen Werte 'I(n)' und 'U(n)' werden mit einem DFT Algorithmus berechnet.
Die Grenzwerte 'Limit (n)' werden nach IEC61000-3-2 berechnet.

Leistung

Wirkleistung: $P = \left(\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)i(t) dt \right) - U(0) * I(0)$

wenn EN61000-4-7:2002/A1:2009

$$P = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)i(t) dt$$

ansonsten

Blindleistung: $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Scheinleistung: $S = U_{trms} * I_{trms}$

Leistungsfaktor: $\lambda = \frac{|P|}{S}$

Widerstand

Scheinwiderstand: $Z = \frac{U_{trms}}{I_{trms}}$

Wirkwiderstand: $R_{ser} = \frac{P}{I_{trms}^2}$

Blindwiderstand: $X_{ser} = \frac{Q}{I_{trms}^2}$

6.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt nach den gleichen Regeln, wie im normalen Meßmodus (siehe 5.4, 'Anzeige von Meßwerten')

6.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Für die Handhabung siehe 5.4, ‘Anzeige von Meßwerten’

6.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Spannung. In der 2. Spalte sind die erlaubten Grenzwerte eingetragen. Ein ‘!’ bedeutet, daß der Meßwert größer als der Grenzwert ist.

Mit den Pfeiltasten oder dem Drehknopf kann man die Anzeige rollen, um alle Harmonischen zu sehen.

In den ersten Zeilen sieht man den Klirrfaktor, die Bewertungsklasse, den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz.

Unter den Softkeys sieht man die gesamte Bewertung der Spannung: ein ‘✓’ zeigt an, daß alle Bedingungen erfüllt sind, ein ‘✗’ zeigt Grenzwertverletzungen an. Diese Gesamtbewertung bezieht sich nur auf die aktuelle Messung und berücksichtigt keine älteren Messungen.

Voltage A		Voltage B	
Uthd	3.32 %	Norm	Class A
Utrms	224.17 V	f	50.004 Hz
Chn.4		Limit	
0	0.04 V	-----	
1	223.22 V	-----	
2	0.09 V	0.45 V	
3	3.02 V!	2.02 V	
4	0.04 V	0.45 V	
5	5.91 V!	0.90 V	
6	0.03 V	0.45 V	
7	3.06 V!	0.67 V	
8	0.02 V	0.45 V	
9	0.79 V!	0.45 V	

Bild 32: Anzeige der Spannung im CE-Harm Modus

6.4.3 Current

In *Current* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Ströme. In der 2. Spalte sind die erlaubten Grenzwerte eingetragen. Ein ‘!’ bedeutet, daß der Meßwert größer als der Grenzwert ist. Ein ‘?’ zeigt an, daß der Meßwert größer als 100%, aber kleiner als 150% des Limits ist (wichtig bei fluktuierenden Harmonischen). Diese spezielle Auswertung gilt nur für Harmonische folgender Ordnung: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17 und 19. Das ‘?’ zeigt an, daß die Harmonische die Grenzwerte verletzt, wenn sie für mehr als 10% eines beliebigen 2.5min Fensters das ‘?’ anzeigt.

Mit den Pfeiltasten oder dem Drehknopf kann man die Anzeige rollen, um alle Harmonischen zu sehen.

In den ersten Zeilen sieht man den Klirrfaktor, die Bewertungsklasse, den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz.

Unter den Softkeys sieht man die gesamte Bewertung des Stromes: ein '✓' zeigt an, daß alle Bedingungen erfüllt sind, ein '✗' zeigt Grenzwertverletzungen an. Diese Gesamtbewertung bezieht sich nur auf die aktuelle Messung und berücksichtigt keine älteren Messungen.

Wenn nur '?' und keine '!' erscheinen, wird die momentane Bewertung ein '✓' ausgeben, da die Messung bei einer Langzeitauswertung korrekt sein kann.

Wenn der Strom $<5\text{mA}$ oder $<0.6\%$ von I_{rms} ist, wird dieser Strom nicht bewertet. Deshalb wechselt die entsprechende Limit-Anzeige auf '-----'.

6.4.4 Power

In *Power* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Für die Handhabung siehe 5.4, 'Anzeige von Meßwerten'

Weiterhin erhält man folgende Widerstandswerte: Z, X und R. **Bitte beachten Sie, daß die Werte X und R nur bei sinusförmigen Signalen richtig sind!**

6.4.5 Langzeitauswertung (Int. Value)

In diesem Menü sieht man die Ergebnisse der Langzeitauswertung. Diese wird mit *Start* gestartet und kann mit *Stop* vorzeitig abgebrochen werden.

In der ersten Spalte sieht man die Ordnungszahl der Harmonischen, gefolgt vom maximalen Strom.

Entsprechend der Norm dürfen einige Harmonische innerhalb eines 2.5 Minuten Fensters für maximal 10% der Zeit den Grenzwert um das 1,5fache übersteigen. Die maximale prozentuale Zeit über dem 100% Limit wird in der 3. Spalte angezeigt. Bei einer Grenzwertverletzung ($>10\%$) erscheint zusätzlich ein '!' hinter dem Wert.

In der vierten Spalte wird angezeigt, ob die jeweilige Harmonische während des Tests zumindest ein mal die Normbedingungen verletzt hat. In diesem Fall erscheint dort ein '!'. Die letzte Spalte zeigt entsprechendes für die Spannung an.

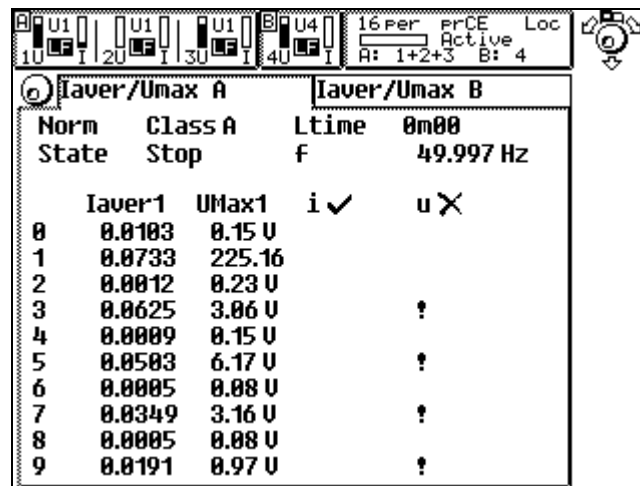


Bild 33: Langzeitauswertung der Harmonischen

Unterhalb der Softkeys wird noch das endgültige Testergebnis dargestellt. 'Test I ✗' erscheint, wenn irgendeine Stromharmonische irgendwann irgendeine Normbedingung verletzt hat, sowie wenn die gemessenen und eingegebenen Werte der Leistung (Klasse D) bzw. des Stromes und des Leistungsfaktors (Klasse C) sich mehr als um 10% unterscheiden (nur für A14). 'Test U ✗' erscheint, wenn irgendeine Spannungsharmonische oder die Spannungsamplitude oder die Frequenz irgendwann irgendeine Normbedingung verletzt haben. Ausdruck und Loggen dieses Menüs sind nur möglich, wenn als Loggmodus 'single' gewählt ist und im ASCII Format ausgegeben wird.

6.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* erreicht man die graphischen Anzeigen des prCE Modus. Auch in diesen Menüs ist das Gruppenkonzept beibehalten. Mit dem Drehknopf wird die Karteikarte mit der gewünschten Funktion ausgewählt ('Spectrum A' and 'Spectrum B').

6.4.6.1 Spektrum A/B

Die Einstellungen in Gruppe A und B sind identisch, so daß beide Gruppen gemeinsam beschrieben werden.

Hier werden die Ströme, Spannungen und Grenzwerte der Harmonischen angezeigt. Auf der linken Seite sieht man für jeden Graphen den Signalwert (yn) und den Grenzwert (yl) an der Cursorposition sowie die Y-Skalierung (dy) und den Y-Zoom (zm)

Bei logarithmischer Darstellung gibt der dy-Wert den Wert des obersten Teilstriches an. Jeder darunterliegende Teilstrich hat jeweils ein Zehntel.

Graph Hier wird eine von 4 Anzeigen gewählt:

Signl Definiert das Signal in dieser Anzeige. Mögliche Werte sind (jeweils pro Kanal):

U Die Spannungsharmonischen

U-Lim Die Spannungsharmonischen mit ihren Grenzwerten

I Die Stromharmonischen

I-Lim Die Stromharmonischen mit ihren Grenzwerten

Bei den Anzeigen von Harmonischen mit ihrem Grenzwert wird immer ein dünner Balken mit dem Grenzwert, gefolgt von einem dünnen Balken mit dem Meßwert und wiederum einem dünnen Balken mit dem Grenzwert dargestellt. Der Meßwert ist also von den Grenzwerten „eingeschlossen“.

Bildlich kann man sich die Meßwerte wie eine Flüssigkeit in einem Glas (=Grenzwerte) vorstellen. Wenn das Glas überläuft, hat man ein Problem.

Zoom Zum Zoomen in Y-Richtung

Move Zum Bewegen des Cursors.

Split Man kann eine Graphen groß darstellen, oder mehrere klein in eigenen Fenstern.

Log Wechselt zwischen linearer Anzeige (=off) und logarithmischer Anzeige (=on) für die Y-Achse.

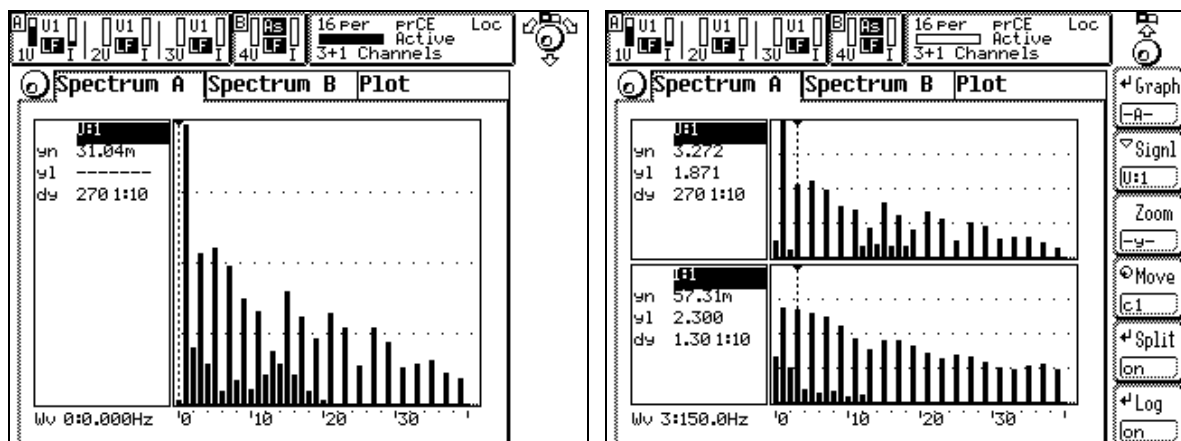


Bild 34: Graphische Darstellung von Harmonischen

6.4.6.2 Plot Funktion

Hier gelten die gleichen Regeln wie im normalen Meßmodus (siehe 5.4.6.2, 'Plot Funktion')

6.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort kann man seine eigenen Werte zusammenstellen, Formeln berechnen und Scripte ausführen (siehe 4.4.3, 'Benutzerdefiniertes Menü' und 4.4.4, 'Script/Formel Editor').

6.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Man muß zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print/Log* (siehe Kapitel 11, ‘Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen’) wird die Datenausgabe eingeleitet. Bei den Harmonischen werden nicht nur die angezeigten Meßwerte ausgedruckt, sondern die vollständigen Listen.

6.6 Precompliance Tests nach EN61000-3-2

Für Tests nach dieser Norm muß zunächst im *Range* Menü die automatische Meßbereichswahl deaktiviert werden. Dies ist notwendig, da die Norm lückenlose Messungen fordert.

Nun wird im *Measuring* Menü **EN** auf ‘61000-3-2:1995’ oder ‘61000-3-2:2006’ und **Eval** auf die gewünschte Klasse eingestellt.

Jetzt wird die Spannung der Quelle eingeschaltet. Wenn das LMG synchronisiert ist, kann man den Prüfling (EUT) einschalten.

Eine Langzeitauswertung kann nun mit *Start* gestartet werden.

7 CE-Flicker Meßmodus (Option L45-O4)

Im CE-Flicker Meßmodus arbeitet das LMG450 als hochpräzises Flickermeter nach EN61000-4-15. Die Einstellmöglichkeiten wurden auf ein Minimum reduziert um Fehleinstellungen zu vermeiden.

Bitte beachten!

In diesem Modus liegt der zulässige Frequenzbereich zwischen **45 und 65Hz!**

7.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Die Synchronisation ist fest auf Spannung eingestellt. Mit dem Drehrad kann nun die Karteikarte 'Globals' ausgewählt werden:

7.1.1 Global Karteikarte

dMax Vorgabewert für die dmax Überprüfung. Dieser Wert muß, je nach Meßbedingungen aus der Norm entnommen werden.

EN Legt fest, nach welcher Norm gemessen werden soll:

3/-4-15	EN61000-3-3:1995 mit EN61000-4-15:1998/A1:2003
3:08/-4-15	EN61000-3-3:2008 mit EN61000-4-15:1998/A1:2003
3:08B2/-4-15	EN61000-3-3:2008 mit EN61000-4-15:1998/A1:2003 Dieser Punkt ist speziell für Messungen nach Anhang B.2
-11:2000	EN61000-3-11:2000 mit EN61000-4-15:1998/A1:2003

System Hier wird das System festgelegt. Es gibt 4 Einstellungen:

230V/50Hz

230V/60Hz

120V/50Hz

120V/60Hz

Das System muß angegeben werden, um die korrekte Meßspannung und -frequenz zu überprüfen.

Intv Hier wird die Zeit für die short term Messung eingestellt. Diese ist üblicherweise 10min.

Per Dies ist die Anzahl der short term Zyklen, welche die long term Zeit bilden. Hier werden üblicherweise 12 Perioden eingetragen, die eine Gesamtmeßdauer von 2h ergeben.

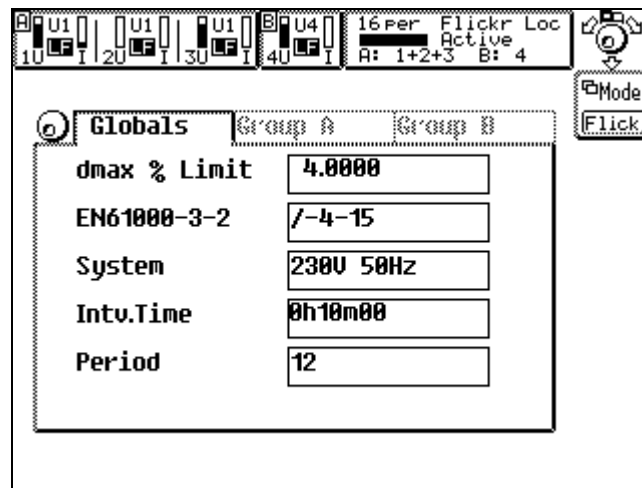


Bild 35: Measuring Menü im CE-Flicker Modus

7.1.2 Karteikarte Ztest/Zref

Diese Karte ist nur verfügbar, wenn EN61000-3-11 ausgewählt ist.

Mit **Ztest** gibt man den Werte der aktuell verwendeten Netzimpedanz in Ω ein.

Mit **Zref** muß man die zutreffende Bezugsimpedanz auswählen: $(0.24+j0.15)\Omega$ oder $(0.4+j0.25)\Omega$.

Die Werte d_c , d_{max} , P_{st} und P_{lt} werden, wie in EN61000-3-11:2000 beschrieben, umgerechnet.

7.2 Meßbereiche (Range)

Die Einstellungen sind identisch zu 5.2 'Meßbereiche (Range)'. Es ist zu beachten daß die Normen Messungen ohne Lücken fordern. Aus diesem Grunde sollten die Meßbereiche immer auf 'manual' stehen.

7.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

- n Die Ordnungszahl der Harmonischen.
- T Die Dauer einer ganzzahligen Anzahl von Perioden des Synchronisationssignals. Dieser Wert wird von IEC61000-4-7 festgelegt und beträgt im Augenblick 16 Perioden.

Strom und Spannung

Echt Effektivwert:

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)^2 dt} \qquad I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t)^2 dt}$$

Klirrfaktor:
$$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2}$$

$$I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

Die Harmonischen Werte 'I(n)' und 'U(n)' werden mit einem DFT Algorithmus berechnet.

Die Werte 'Pmom', 'Pst' und 'Plt' werden mit einem Flickermeter nach EN61000-4-15 berechnet. 'dc' und 'dmax' werden nach EN61000-3-3 bestimmt.

Leistung

Wirkleistung:
$$P = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)i(t)dt$$

Blindleistung:
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Scheinleistung:
$$S = U_{rms} * I_{rms}$$

Leistungsfaktor:
$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

Widerstand

Scheinwiderstand:
$$Z = \frac{U_{rms}}{I_{rms}}$$

Wirkwiderstand:
$$R_{ser} = \frac{P}{I_{rms}^2}$$

Blindwiderstand:
$$X_{ser} = \frac{Q}{I_{rms}^2}$$

7.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs

7.4.1 Default

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt nach den gleichen Regeln, wie im normalen Meßmodus (siehe 5.4, 'Anzeige von Meßwerten')

7.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man nur den Effektivwert, den THD und die Frequenz.

7.4.3 Current

In *Voltage* sieht man nur den Effektivwert, den THD und die Frequenz.

7.4.4 Power

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt nach den gleichen Regeln, wie im normalen Meßmodus (siehe 5.4, 'Anzeige von Meßwerten')

Weiterhin erhält man folgende Widerstandswerte: Z, X und R. **Bitte beachten Sie, daß die Werte X und R nur bei sinusförmigen Signalen richtig sind!**

7.4.5 Flicker (Int. Value)

In diesem Menü werden die Flickerwerte des Prüflings (EUT = Equipment under test) angezeigt. Man sieht den Kurzzeitflickerpegel P_{st} , den Langzeitflickerpegel P_{lt} , den aktuellen Flickerpegel P_{mom} , die relative bleibende Spannungsabweichung d_c , die relative maximale Spannungsabweichung d_{max} , die verbleibende Meßzeit für P_{lt} , die verbleibende Meßzeit für P_{st} und den status der Flickermessung

Dieser Status kann sein: 'starting' (während 8s nach dem Start der Messung), 'running' (während der Messung) und 'stoped' nach der Messung.

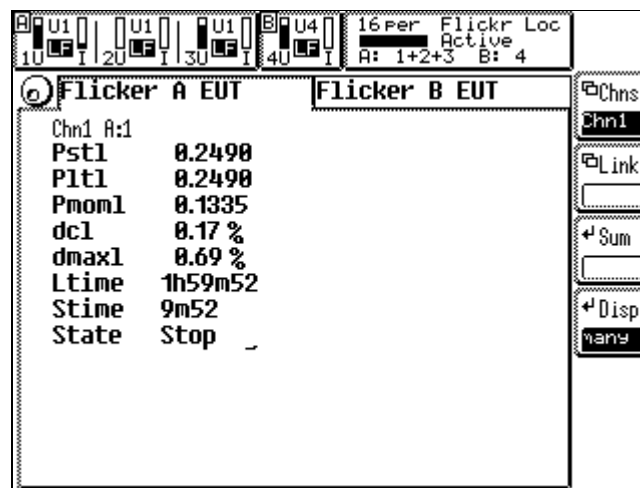


Bild 36: Auswertung der Flickermessung

d_{max} wird über die 'long term' Zeit gemessen.

d_c ist der relative Spannungsänderung zwischen zwei „konstanten“ Spannungen. Er kann daher folgende Werte annehmen:

$d_c = \text{-----}$ Es gab noch keine konstante Spannung

$d_c = 0.000\%$ Es gab erst eine konstante Spannung

Alle anderen Werte zeigen die größte Änderung zwischen zwei konstanten Spannungen.

P_{lt} wird nur am Ende einer Langzeitmessung bestimmt. Bis dahin wird er als '-----' angezeigt.

7.4.6 Graphische Anzeige

Hier steht nur die Plotfunktion zur Verfügung. Die Bedienung des Plot Menüs ist analog zu der des normalen Meßmodus (siehe 5.4.6.2, 'Plot Funktion'). Es gibt jedoch ein paar Punkte zu beachten:

In den anderen Meßmodi gibt es für alle Werte eine gemeinsame Zeitbasis. Im Flickermodus gibt es jedoch 2: Einige Werte werden alle 10ms gemessen (Halbwelleneffektivwert (Kennung U_{hwl}), momentaner Flickerpegel (Kennung P_{ml})), andere nur alle 320ms. Zu letzteren Werten gehören die im *Time Val.* und *Voltage* Menü angezeigten Werte U_{trms} und P_{moml} (sie sind einfach die Mittelwerte der 32 einzelnen Werte). Wenn nun z.B. P_{moml} und P_{ml} als Funktion A und B im gleichen Graphen dargestellt werden sollen, muß P_{moml} jeweils 32 Punkte mit dem gleichen Wert ausgeben, um mit der gleichen Zeitbasis arbeiten zu können.

7.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort kann man seine eigenen Werte zusammenstellen, Formeln berechnen und Scripte ausführen (siehe 4.4.3, 'Benutzerdefiniertes Menü' und 4.4.4, 'Script/Formel Editor').

7.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Man muß zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print/Log* (siehe Kapitel 11, 'Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen') wird die Datenausgabe eingeleitet. Alle angezeigten Meßwerte werden ausgedruckt.

7.6 Tests nach EN61000-3-3

Für Tests nach dieser Norm muß zunächst im *Range* Menü die automatische Meßbereichswahl deaktiviert werden. Dies ist notwendig, da die Norm lückenlose Messungen fordert.

Nun wird die Spannung des EUT angeschaltet. Die Flickermessung startet mit *Start*. Nach einer Verzögerung von 8s wird das eigentliche Meßintervall gestartet. Jetzt kann man den Prüfling einschalten und ausmessen.

Die Messung kann jederzeit mit *Stop* beendet werden.

Anhang B.2

Normalerweise werden die Werte d_c und $d_{\max}$ über die gesamte Meßdauer bestimmt (long term). Um Tests nach Anhang B.2 der EN61000-3-3:2008 zu vereinfachen, kann man diese beiden Werte nach jedem Kurzzeit-Intervall (short term) zurücksetzen lassen. Dazu muß man den Punkt B2 im Measure-Menu mit Hilfe von **EN** auswählen.

8 100-Harmonische-Meßmodus (Option L45-O8)

Im 100-Harmonischen Meßmodus arbeitet das LMG450 als hochpräziser Harmonischer Analysator. Im Unterschied zum **prCE** Modus werden von Strom, Spannung und Leistung jeweils 100 Harmonische nach Betrag und Phase bestimmt. Dies geschieht in einem viel größeren Frequenzbereich und ohne Überwachung von Grenzwerten.

8.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in das Meßeinstellungsmenü gewechselt hat, muß man zunächst nach Druck des Softkeys **Mode** den Softkey **Harm** anwählen, um in diesen Modus zu kommen. Das bekannte Einstellungsmenü mit den drei Karteikarten ('Globals', 'Group A', 'Group B') öffnet sich:

Globals Hier kann man lediglich das Wiring einstellen. (siehe 5.1.1 Karteikarte Globals)

Group A/B Die Einstellungsmöglichkeiten entnehmen Sie bitte 5.1.2 Group A/B. Die einzige zusätzliche Einstellmöglichkeit ist hier der Softkey:

FDIV Hier wird ein Frequenzteiler für die Grundschwungung festgelegt. Mit einem Wert von 1 ist die Meßfrequenz gleich der Signalfrequenz. Bei einem Wert von 2 hat die Grundschwungung nur noch die halbe Signalfrequenz.
Beispiel: Bei $FDIV=4$ und einem 50Hz Signal wird die Harmonische Analyse in $50\text{Hz}/4=12.5\text{Hz}$ Schritten durchgeführt. Es stehen somit 3 Zwischenharmonische (bezogen auf die Signalfrequenz) zur Verfügung. Der THD wird nur bei $FDIV = 1$ angezeigt.

Zurück zum übergeordneten Menü gelangt man durch Druck des Drehknopfes.

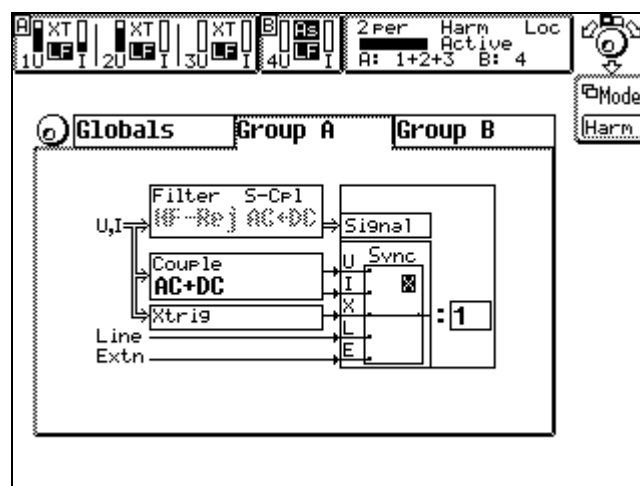


Bild 37: Measuring Menü im Harm100 Modus

8.2 Meßbereiche (Range)

Die Einstellungen sind identisch zu „5.2 Meßbereiche (Range)“. In diesem Mode gibt es allerdings keine Autorangefunktion.

8.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

n Die Ordnungszahl der Harmonischen.

T Die Dauer einer ganzzahligen Anzahl von Perioden des Synchronisationssignals.
Dieser Wert hängt von der Frequenz der Grundschiwingung ab:

Grundschiwingung / Hz	Gemessene Perioden	Abtastfrequenzteiler	Automatisch gewähltes Filter
640-1280	16	1	HF-Rejection
320-640	8	1	HF-Rejection
160-320	4	1	HF-Rejection
80-160	2	1	18kHz
40-80	2	2	6kHz
20-40	2	4	2.8kHz
10-20	2	8	1.4kHz
5-10	2	16	700Hz
2.5-5	2	32	350Hz
1.25-2.5	2	64	175Hz
0.625-1.25	2	128	87.5Hz

Der Abtastfrequenzteiler gibt an, wie weit die Abtastfrequenz von ca. 50kHz heruntergeteilt wird.

Strom und Spannung

Echt Effektivwert:
$$U_{trms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)^2 dt} \quad I_{trms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t)^2 dt}$$

Klirrfaktor:
$$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{99} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \quad I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{99} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

Der THD wird nur bei FDIV = 1 angezeigt.

Die Harmonischen werden so berechnet, daß folgende Gleichung gilt:

$$u(t) = \sum_{n=0}^{99} \sqrt{2} U_n \sin(n\omega t + \varphi_{un}) \quad i(t) = \sum_{n=0}^{99} \sqrt{2} I_n \sin(n\omega t + \varphi_{in})$$

Die Harmonischen Werte 'I(n)' 'U(n)' und Phase(n) werden mit einem DFT Algorithmus berechnet. Daraus lassen sich dann die Werte 'P(n)', 'S(n)' und 'Q(n)' berechnen. Dieses 'Q(n)' ist reine Verschiebungsblindleistung. Daher ist es in diesem Meßmodus möglich, auch die Verzerrungsblindleistung D zu berechnen:

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q_{shift}^2} \text{ mit } Q_{shift} = \sum_{n=0}^{99} Q(n), P \text{ und } S \text{ siehe unten.}$$

Leistung

Wirkleistung:
$$P = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)i(t)dt$$

Blindleistung:
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Scheinleistung:
$$S = U_{rms} * I_{rms}$$

Leistungsfaktor:
$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

Widerstand

Scheinwiderstand:
$$Z = \frac{U_{rms}}{I_{rms}}$$

Wirkwiderstand:
$$R_{ser} = \frac{P}{I_{rms}^2}$$

Blindwiderstand:
$$X_{ser} = \frac{Q}{I_{rms}^2}$$

8.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in den jeweils zugehörigen Menüs.

Harmonische Werte (Amplituden, Phasenwinkel, ...) können, als Eigenschaft jeder Spektralanalyse, nur bei eingeschwungenen Signalen stabil angezeigt werden. Während Signaländerungen (Frequenz oder Amplitude) wird man unerwartete Werte bekommen (nicht falsch, aber bedingt durch die Natur der FFT unerwartet!).

Der Einfluß des Anti-Aliasing Filters ist bei den Harmonischen kompensiert. Die Werte U_{rms} , I_{rms} und P sind jedoch nicht kompensiert, da sie aus den Abtastwerten berechnet werden und nicht aus den Harmonischen. Somit sind in diesen 3 Größen auch Zwischenharmonische und höherfrequente Signalanteile (siehe obige Tabelle bezüglich der Filter) enthalten, die von den angezeigten Harmonischen nicht erfaßt werden. Es ist deshalb nicht möglich, diese Signale zu

korrigieren! Diese Werte können aus dem selben Grund auch deutlich größer sein, als die aus den Harmonischen berechneten Werte (je nach Signal)!

8.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Die Einstellmöglichkeiten werden im Kapitel „5.4 Anzeige von Meßwerten“ erläutert.

8.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Spannung. In der 2. Spalte sind die Phasenwinkel der jeweiligen Komponenten aufgeführt. In den ersten Zeilen sieht man den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz, sowie den Klirrfaktor und die gewählte Referenz (Strom oder Spannung).

Über den Softkey **Chns** können die einzelnen Kanäle angewählt werden.

Mittels des Softkeys **Href** kann der Referenzkanal für das zu untersuchende Signal gewählt werden (Strom oder Spannung). Der Phasenwinkel der Grundschiwingung entweder des Stromes oder der Spannung kann zu 0° eingestellt werden. Bei der Einstellung 'None' wird das Analysefenster als Referenz benutzt.

Der Softkey **Link** zeigt die Harmonischen der jeweils eingestellten verketteten Signale an.

Mit dem Drehknopf kann man die Anzeige rollen, um alle Harmonischen zu sehen.

8.4.3 Current

In *Current* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Ströme. In der 2. Spalte sind die Phasenwinkel der jeweiligen Komponenten aufgeführt. In den ersten Zeilen sieht man den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz, sowie den Klirrfaktor und die gewählte Referenz (Strom oder Spannung).

Über den Softkey **Chns** können die einzelnen Kanäle angewählt werden.

Mittels des Softkeys **Href** kann der Referenzkanal für das zu untersuchende Signal gewählt werden (Strom oder Spannung). Der Phasenwinkel der Grundschiwingung entweder des Stromes oder der Spannung kann zu 0° eingestellt werden. Bei der Einstellung 'None' wird das Analysefenster als Referenz benutzt.

Der Softkey **Link** zeigt die Harmonischen der jeweils eingestellten verketteten Signale an.

Mit dem Drehknopf kann man die Anzeige rollen, um alle Harmonischen zu sehen.

8.4.4 Power

In *Power* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Leistungen. In der oberen Zeile erscheint die Synchronisationsfrequenz.

Über den Softkey **Chns** können die einzelnen Kanäle angewählt werden.

Mit **List** kann man die verschiedenen Leistungen anzeigen lassen.

Mit dem Drehknopf kann man die Anzeige rollen, um alle Harmonischen zu sehen.

Bitte beachten

Die Harmonische Analyse der gemessenen Leistung ist nicht das Ergebnis einer Fouriertransformation der Leistungsschwingung, sondern wird aus jeweils gleichfrequenten Strom- und Spannungsanteilen berechnet.

8.4.5 Graphische Anzeige

Hier steht nur die Plotfunktion, das Spektrum und das Vektordiagramm zur Verfügung. Die Bedienung der Menüs ist analog zu der des normalen und Harm100 Meßmodus (siehe 5.4.6, 'Graphische Anzeige' und 6.4.6, 'Graphische Anzeige').

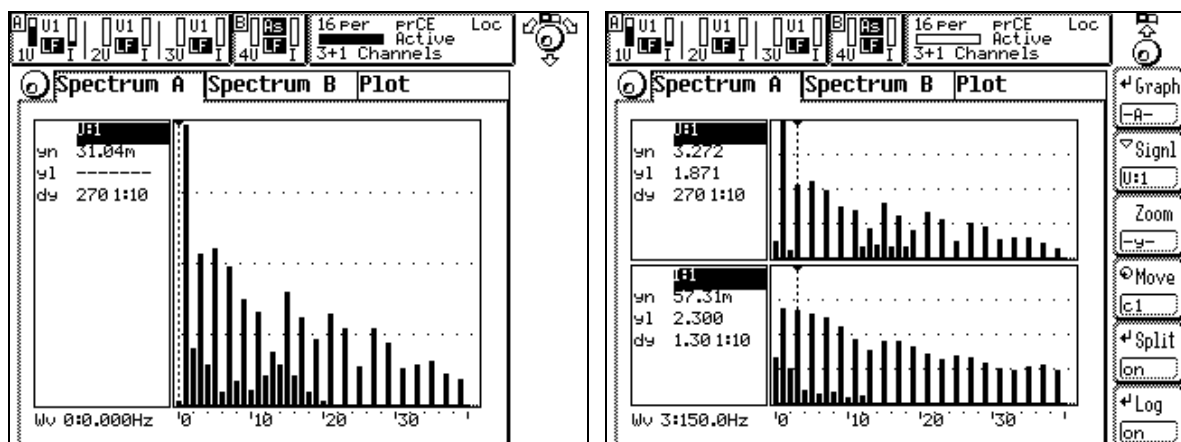


Bild 38: Graphische Darstellung von Harmonischen

8.4.6 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort kann man seine eigenen Werte zusammenstellen, Formeln berechnen und Scripte ausführen (siehe 4.4.3, 'Benutzerdefiniertes Menü' und 4.4.4, 'Script/Formel Editor').

8.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Man muß zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print/Log* (siehe Kapitel 11, 'Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen') wird die

Datenausgabe eingeleitet. Bei den Harmonischen werden nicht nur die angezeigten Meßwerte ausgedruckt, sondern die vollständigen Listen.

9 Transientenmodus (Option L45-O5)

Im Transientenmodus arbeitet das LMG450 als Transientenrekorder. Man kann spezielle Ereignisse programmieren. Wenn sie eintreten wird die Messung gestoppt und man kann das Signal analysieren.

9.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in das Meßeinstellungsmenü gewechselt hat, muß man zunächst nach Druck des Softkeys **Mode** den Softkey **Trans** anwählen, um in diesen Modus zu kommen. Das bekannte Einstellungsmenü mit den drei Karteikarten ('Globals', 'Group A', 'Group B') öffnet sich

9.1.1 Global Karteikarte

Nach Drücken des Drehknopfes kann man folgende Werte einstellen:

- TDur** Dies ist die minimale Zeit für einen Event. Wenn man z.B. diesen Wert auf 5ms setzt und nach Grenzwertüberschreitungen sucht, werden diese erst erkannt, wenn sie mindestens 5ms andauern.
- TRec** Hier wird die Mindest-Aufzeichnungs-Zeit eingestellt. Die genaue Zeit hängt von der Speichergröße ab.
Bitte beachten: Wenn der Speicher zu klein ist und/oder es sollen zu viele Signale aufgezeichnet werden, dann kann sich die Aufzeichnungsrate reduzieren. Dies hat keinen Einfluß auf die Abtastrate oder die Transientenerkennung.
- PreTr** Dies ist die Pretriggerzeit in Prozent der gewünschten Aufzeichnungszeit. Bei z.B. 200ms Aufzeichnung und 50% Pretrigger werden mindestens 100ms vor dem Ereignis aufgezeichnet und exakt 100ms nach dem Ereignis.
- Wire** Hier wird die gewünschte Meßschaltung eingestellt. Für Details siehe auch Kapitel 2.4, 'Das Gruppenkonzept'. Wenn eine Umrechnung eingestellt wird, dann wird auf die umgerechneten Kanäle getriggert!

9.1.2 Group A/B Karteikarte

Die Einstellungen für beide Gruppen sind gleich, weshalb sie nur einmal beschrieben werden.

Generell gilt:

- Die Einstellungen einer Gruppe gelten für alle Kanäle dieser Gruppe

- Die Kanäle einer Gruppe sind ODER verknüpft. Wenn ein Kanal ein Ereignis findet, wird die komplette Gruppe getriggert.
- Die Gruppen sind ebenfalls ODER verknüpft. Wird in der einen Gruppe ein Ereignis gefunden, so wird die andere Gruppe ebenfalls getriggert.

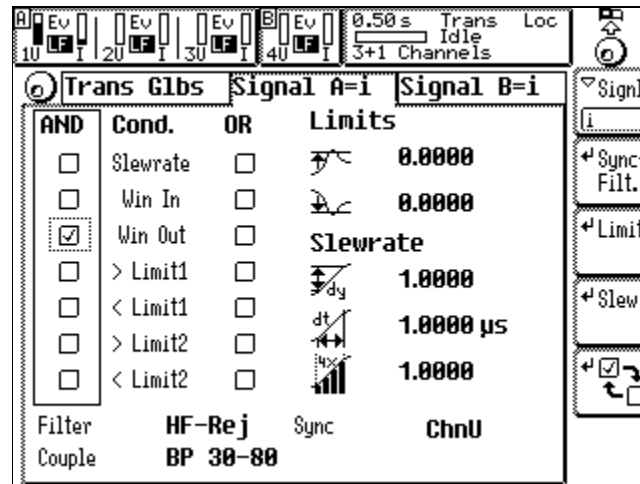


Bild 39: Measuring menu in transient mode

Nach Drücken des Drehknopfes kann man folgende Werte einstellen:

Signl Hier wird das zu überwachende Signal ausgewählt. Möglich sind: i, u und p

Sync+Filt Hier erreicht man ein Untermenü, in dem folgende Einstellungen möglich sind:

Sync Hier wird das Signal für die Synchronisation ausgewählt:

U Spannung

I Strom

Line Netzfrequenz

Extn Das Signal der externen Synchronisationsbuchse wird benutzt.

Coupl Wählt aus, wie Strom bzw. Spannung mit der nachfolgenden Triggerstufe gekoppelt werden. Diese Einstellung hat **keinen** Einfluß auf das Meßsignal.

AC+DC Das Synchronisations-Signal wird mit allen Frequenzanteilen direkt gekoppelt.

BP Es wird ein Bandpaß mit einer unteren Frequenz von 10Hz und einer oberen Frequenz von 300Hz benutzt.

AM Das Signal wird AM demoduliert und die Einhüllende wird für die Synchronisation benutzt.

Filt Hier wird das Signalfilter eingestellt. Für die möglichen Einstellungen siehe 5.1 'Meßeinstellungen (Measuring)'

Dieses Untermenü muß mit *Enter* oder *ESC* verlassen werden. Die Einstellungen von **Coupl** und **Sync** werden nicht für die eigentliche Transientensuche benötigt, sondern zur Messung von Strom und Spannung, um die Aussteuerungsanzeige mit aktuellen Werten versorgen zu können.

Limit Hier werden die Grenzwerte eingestellt. Wenn ein Abtastwert einen Grenzwert über- oder unterschreitet, wird ein Event ausgelöst. Bei Funktionen, die zwei Grenzwerte benutzen ist **Lim1** der obere, **Lim2** der untere Grenzwert.

Slewr Zur Einstellung der maximal erlaubten Anstiegsgeschwindigkeit werden drei Einstellungen benötigt:

dSig Dies ist die maximal erlaubte Signaländerung im Intervall **dt**.

dt Dies ist das Zeitintervall.

overx Dies ist die Breite des Beobachtungsfensters in Anzahl von Abtastwerten.

Beispiel: Man hat ein Signal mit einer typischen Änderung von 3.5V in 450µs. In diesem Fall sollte man 3.5 unter **dSig** und 450µ unter **dt** eingeben. Somit ist eine Steilheit von 7.777V/ms oder 7.777mV/µs festgelegt. Mit einem Beobachtungsfenster von etwa 20µs ($20\mu s * 7.777mV/\mu s = 155.54mV$) sind das nur etwa 3 Bit des AD-Wandlers im 600V Bereich (1 Bit = $1600V_{peak}/32768 = 48.8mV$). Ist die Änderung des Signals also größer als 3 Bit, wird ein Event ausgelöst. Da auf einem Signal immer ein gewisses Rauschen vorhanden ist, könnten falsche Events ausgelöst werden. Um dies zu verhindern gibt es den Parameter **overx**. Mit ihm kann man festlegen, daß die Anstiegsgeschwindigkeit z.B. über 15 Abtastwerte gemessen werden soll. In diesem Fall ($15 * 20\mu s * 7.777mV/\mu s = 2.333V$) muß sich das Signal schon um etwa 48 Bit verändern, um einen Event auszulösen. Fehler durch Rauschen sind somit sehr unwahrscheinlich.

Während man sich im **Set** Modus befindet, kann man mit Hilfe des Drehknopfes die Triggerbedingungen eingeben. Den Marker auf die gewünschte Position drehen und mit *Enter* den Punkt (de)selektieren. In der linken Spalte wird die UND Verknüpfung festgelegt. Wenn alle ausgewählten Bedingungen gleichzeitig auftreten, wird das Ergebnis der UND Verknüpfung wahr.

In der rechten Spalte wird die ODER Verknüpfung festgelegt. Wenn mindestens eine der Bedingungen wahr ist oder das Ergebnis der UND Verknüpfung wahr ist, ist ein Event aufgetreten.

Ein Event findet abhängig vom Event-Typ statt, wenn:

Slewrates	die Anstiegsgeschwindigkeit des Signal größer als die mit Slewr eingestellte ist.
Win In	das Signal $<Limit1$ <u>und</u> $>Limit2$ ist
Win Out	das Signal $>Limit1$ <u>oder</u> $<Limit2$ ist
$>Limit1$	das Signal ist $>Limit1$
$<Limit1$	das Signal ist $<Limit1$
$>Limit2$	das Signal ist $>Limit2$
$<Limit2$	das Signal ist $<Limit2$

Wenn man in den Transientenmodus kommt, ist der Status zunächst 'Idle' (siehe Status Zeile). Um eine Suche zu starten, muß man *Start* drücken. Der Status wechselt zu 'Start'. Dieser Zustand bleibt erhalten, bis die Pretrigger-Zeit vorbei ist. Erst jetzt wird gesucht und der Status wechselt auf 'Search'. Um eine Suche manuell zu beenden, muß man *Stop* drücken. In diesem Fall wird der Eintritt eines Ereignisses simuliert und man kann z.B. überprüfen, ob die Zeiteinstellungen richtig sind. Bei Eintritt eines Event (egal ob simuliert oder nicht) wechselt der Status auf 'PostTr' bis die Posttrigger-Zeit abgelaufen ist. Abschließend kommt der Status 'Finish'. Jetzt kann man sich das Ereignis anschauen und eine neue Suche starten.

Während der Transientensuche sieht man die Record-Time in der Statuszeile. Der darunterliegende Balken blinkt.

9.2 Meßbereiche (Range)

Die Einstellungen sind identisch zu 5.2 'Meßbereiche (Range)'.

9.3 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in nur einem Menü

9.3.1 Graphische Anzeige

Dieses Menü ist identisch zu 5.4.6 'Graphische Anzeige', es gibt jedoch nur die Scope-Funktion.

Die zweite Ausnahme ist der **Min.Div.** Softkey auf der 'Extended' Karteikarte. Er ist ähnlich dem **Cycls** Softkey im normalen Meßmodus (siehe 5.4.6.4, 'Extended'). Mit ihm kann man festlegen, daß die Abtastrate mindestens durch die eingestellte Zahl geteilt wird. Dadurch kann man einen längeren Zeitraum aufzeichnen und trotzdem eine kurze Aufzeichnungsdauer wählen.

9.4 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Man muß zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print/Log* (siehe Kapitel 11, ‘Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen’) wird die Datenausgabe eingeleitet. Alle angezeigten Meßwerte werden ausgedruckt.

10 Schnittstellen (IEEE488: Option L45-O1)

Mit Ausnahme der IEEE488 Schnittstelle können alle anderen auch für das Loggen von Daten benutzt werden (siehe 11, 'Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen'). Um das Gerät fernsteuern zu können, muß zunächst die entsprechende Schnittstelle eingestellt werden (siehe 4.4.2.1, 'Computerschnittstellen').

Dieses Kapitel enthält alle Kommandos sowie eine generelle, kurze Syntaxbeschreibung. Eine sehr viel detailliertere Beschreibung findet sich im **Programmer's Guide**, welcher der gedruckten Version dieses Handbuches als CD beigelegt ist. Wenn diese CD fehlen sollte oder diese Handbuch nur als PDF vorliegt, kann man den **Programmer's Guide** per Emails anfordern unter: 'sales@zes.com'.

10.1 Kurze Kommandobeschreibung

Es sind zwei Kommandosätze implementiert, SCPI Sprache und SHORT Sprache. Das Meßgerät startet immer mit SCPI. Um nach SHORT zu schalten, muß zunächst mit folgendem Kommando umgeschaltet werden:

```
SYST:LANG SHORT
```

Für weitere Unterschiede zwischen SCPI und SHORT Kommandosatz siehe auch 10.2.4, ':FETCh und :READ Kommandos'.

Die generelle Syntax ist bei beiden Kommandosätzen gleich. Nachfolgend eine Übersicht der wichtigsten Syntaxregeln:

- Eine Nachricht zum Gerät muß mit dem Endezeichen EOS abgeschlossen werden.
- Eckige Klammern '[']' zeigen optionale Kommandoteile an. Sie müssen nicht angegeben werden. Die Klammern selber dürfen nicht gesendet werden.
- Die Nummer des Meßkanals (auch Suffix genannt) wird direkt hinter der Kennung angegeben (ohne Leerzeichen). Wird keine Nummer angegeben, wird '1' angenommen.
- Bei der Anforderung von Werten muß ein '?' direkt hinter dem Suffix folgen (oder hinter der Kennung, wenn kein Suffix angegeben wird). Auch hier darf kein Leerzeichen vorangestellt werden.
- Alle Parameter die auf ein Kommando folgen müssen mit mindestens einem Leerzeichen getrennt sein.
- Die Nummer der Gruppe ist normalerweise ein optionaler Parameter der Form [, <NRi>]. Wenn keine Gruppe angegeben ist, wird 0 (=Gruppe A) angenommen.
- '/qonly/' zeigt an, daß dieser Wert nur abgefragt werden kann. Der Text '/qonly/' darf nicht mit gesendet werden. Zum Beispiel kann man Meßwerte nur abfragen.

- ‘/nquery/’ zeigt an, daß dieser Wert nur gesetzt, aber nicht abgefragt werden kann. Der Text ‘/nquery/’ darf nicht mit gesendet werden. Zum Beispiel kann man kein Triggerkommando abfragen.
- Alle Kommandos ohne ‘/qonly/’ und ‘/nquery/’ können setzen und abfragen.
- <NRf> sind Fließkommazahlen
- <NRi> sind Ganz-Zahlen
- <list> steht für <(<NRf>:<NRf>)>. Mit dieser Konstruktion kann man mehrere Werte anfordern, die in einem Array gespeichert sind, z.B. Harmonische. Um die Spannungen der 3. bis 11. Harmonische des 2. Meßkanals zu bekommen schreibt man:
HUAM2? (3:11)

Die kompletten Syntaxregeln können dem **Programmer's Guide** entnommen werden.

Syntaxbeispiele

Gleichwertige SCPI Kommando zum Auslesen des Stromeffektivwertes des ersten Meßkanals:

:FETCh:CURRent:TRMS?

:FETC:CURR:TRMS?

:FETC:CURR:TRMS1?

Als SHORT Kommando wäre es

ITRMS? oder ITRMS1?

Bitte beachten, daß keine Leerzeichen vor der ‘1’ und keine Leerzeichen vor dem ‘?’ sind.

Kommando zum Auslesen der Harmonischen Spannungen 2. bis 4. Ordnung (3 Werte):

:FETCh:HARM:VOLT:AMP? (2:4)

Bitte das Leerzeichen nach dem Fragezeichen beachten!

Kommando zum Einstellen des 250V Meßbereichs:

:SENS:VOLT:RANG 250

Bitte das Leerzeichen vor der 250 beachten!

Kommando zum Einstellen des 250V Meßbereichs im 3. Meßkanal:

:SENS:VOLT:RANG3 250

Bitte das Leerzeichen vor der 250 beachten!

Kommando zum Setzen und Lesen der Filter in Gruppe B (Short Language):

FILT 5,1

FILT? 1

Für Gruppe A kann man schreiben:

FILT 5,0 oder FILT 5

FILT? 0 oder FILT?

Weitere Beispiele können dem **Programmer's Guide** entnommen werden.

10.2 Kommandos

In dieser Kommandobeschreibung sind alle Befehle definiert, die das Meßgerät versteht. Die Kommandos sind entsprechend dem SCPI-Baum angeordnet. Es wird immer die selbe Form benutzt:

SCPI: *Die SCPI Syntax des Befehls*
 SHORT: *Die Short Syntax des Befehls*

ID:	<i>Die Kennung für Scripteditor o.ä.</i>	Mode:	<i>Die erlaubten Meßmodi</i>
Type:	<i>Der Datentyp</i>	Suffix:	<i>Die erlaubten Suffix</i>
Value:	<i>Der Wertebereich</i>	List:	<i>Der erlaubte Listenbereich</i>
Unit:	<i>Die Einheit</i>	Group:	<i>Die erlaubten Gruppen</i>

Ein n/a steht für ‘nicht angebbbar’. Wenn man z.B. ein n/a bei dem Wert (Value) sieht, dann hat dieses Kommando keinen Wert oder es ist Fließkommawert mit allen gültigen Codes nach IEEE754.

Die Kapitelüberschriften von ausführbaren Befehlen sind eingerahmt. Man findet dort von links nach rechts: SCPI-Kommando, SHORT Kommando und ggf. die ID.

Für diese Kommandos gibt es einen separaten Index. Siehe Kapitel 17, ‘Index der Schnittstellen Kommandos’.

10.2.1 IEEE488.2 Kommandos

Diese Kommandos sind zwar in der IEEE488.2 definiert, es sind aber reine ASCII-Kommandos und sie können daher auch über andere Schnittstellen, wie die RS232, geschickt werden.

10.2.1.1 *CLS	*CLS
---------------	------

SCPI: *CLS/nquery/
 SHORT: *CLS/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Löscht die Event Register aller Status Datenstrukturen im Gerät und die Fehler-/Ereignisschlange

10.2.1.2 *ESE	*ESE
---------------	------

SCPI: *ESE <NRi>
 SHORT: *ESE <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...255	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das Event Status Enable Register.

10.2.1.3 *ESR?	*ESR?
-----------------------	--------------

SCPI: *ESR? /qonly/
 SHORT: *ESR? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...255	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Event Status Register aus und setzt es dann zurück.

10.2.1.4 *IDN?	*IDN?
-----------------------	--------------

SCPI: *IDN? /qonly/
 SHORT: *IDN? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Kennung des Meßgerätes. Diese besteht aus 4, durch Kommata getrennten, Feldern:

Feld 1 Hersteller

Feld 2 Modell

Feld 3 Serien Nummer

Feld 4 Softwareversion

10.2.1.5 *IST?	*IST?
-----------------------	--------------

SCPI: *IST? /qonly/
 SHORT: *IST? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Individual Status Query. Liest den Status der 'ist' Nachricht im Gerät.

10.2.1.6 *OPC	*OPC
----------------------	-------------

SCPI: *OPC/nquery/
 SHORT: *OPC/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Veranlaßt das Gerät, das Operation Complete Bit im Standard Event Status Register zu setzen, wenn alle anstehenden Operationen ausgeführt sind.

10.2.1.7 *OPC?	*OPC?
-----------------------	--------------

SCPI: *OPC? /qonly/
 SHORT: *OPC?/qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	char	Suffix:	n/a
Value:	'1'	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Veranlaßt das Gerät eine „1“ (=31h) in die Ausgangsschlange zu setzen, wenn alle anstehenden Operationen ausgeführt sind (=operation complete). Diese Ausgabe ist unabhängig vom gewählten Ausgabeformat.

10.2.1.8 *PRE	*PRE
----------------------	-------------

SCPI: *PRE <NRi>
 SHORT: *PRE <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das Parallel Poll Enable Register

10.2.1.9 *RST	*RST
----------------------	-------------

SCPI: *RST/nquery/
 SHORT: *RST/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Hierdurch wird ein Rücksetzen des Gerätes verursacht (device reset). Alle internen Einstellungen werden auf ihre Standardwerte zurückgesetzt. Diese Werte sind in den folgenden Abschnitten mit '[*RST default value]' gekennzeichnet. Alle zeitabhängigen Messungen (Energie, Flicker, Harmonische) werden angehalten.

Das Interface und seine Parameter werden nicht zurückgesetzt! Um dies zu machen muß man bei der RS232 Schnittstelle ein BREAK senden, bei der IEEE Schnittstelle ein device clear.

Hinweis

Die Ausführung dieses Kommandos kann bis zu einigen Sekunden dauern. Das LMG arbeitet intern mit einer Watchdog-Schaltung. Damit diese Schaltung nicht anspricht, sollte der '*RST' das einzige Kommando einer Nachricht sein. Nur ein '*OPC?' kann angehängt werden, um eine Antwort zu bekommen, wenn der Befehl fertig ist ('*RST;*OPC?'). In diesem Fall sollte man warten bis die '1' zurückkommt, bevor man den nächsten Befehl schickt.

10.2.1.10 *SRE *SRE

SCPI: *SRE <NRi>
SHORT: *SRE <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...255	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das Service Request Enable Register

10.2.1.11 *STB? *STB?

SCPI: *STB? /qonly/
SHORT: *STB?/qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...255	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Status Byte Register

10.2.1.12 *TRG *TRG

SCPI: *TRG/nquery/
SHORT: *TRG/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Triggert die gleiche Aktion, die mit dem IEEE488.1 Kommando DT1 ausgelöst würde oder mit dem RS232 Kommando '&TRG<cr><lf>'. Im Augenblick wird nichts ausgeführt.

10.2.1.13 *TST? *TST?

SCPI: *TST? /qonly/ <NRi>
SHORT: *TST?/qonly/ <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Führt einen Selbsttest aus. Gibt einen Wert in Abhängigkeit von <NRi> zurück. Dieses Kommando sollte von Endanwendern nicht benutzt werden!

10.2.1.14 *WAI***WAI**

SCPI: *WAI/nquery/
SHORT: *WAI/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Wartet bis alle anstehenden Kommandos ausgeführt sind. Da das Meßgerät dieses Kommando erst ausführen kann, wenn alle vorhergehenden Kommandos abgearbeitet sind, wird *WAI einfach ignoriert. Es ist nur aus Kompatibilitätsgründen zur IEEE488.2 implementiert.

10.2.2 :CALCulate Kommandos

Hier findet man Kommandos, welche die Berechnung der Formeln oder Grenzwerte beeinflusst.

:CALCulate	→	:ENVironment
:DISPlay		:FORMula
:FETCh		:LIMit
:FORMat		
:INITiate		
:INPUt		
:INSTrument		
:MEMory		
:READ		
:SENSe		
:SOURce		
:STATus		
:SYSTem		
:TRIGger		

10.2.2.1.1 :ENVironment**ENV****Env**

SCPI: :CALCulate:ENVironment <NRf>[,<NRi>]
SHORT: ENV <NRf>[,<NRi>]

ID:	Env	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]: 0=Env0, ..., 7=Env7

Liest oder setzt eine Umgebungsvariable.

10.2.2.2 :FORMula

```

:CALCulate → ENVironment
:DISPlay   :FORMula → [:DEFine]
:FETCh     :LIMit
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger

```

10.2.2.2.1 [:DEFine] FORM

SCPI: :CALCulate:FORMula[:DEFine] <string program data>
 SHORT: FORM <string program data>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	string	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das Script des Scripteditors. Es gibt keinen *RST Defaultwert.

Beispiel: 'FORM „a=1;“<lf>' setzt die Variable a auf 1.

10.2.2.3 :LIMit:

```

:CALCulate → :ENVironment
:DISPlay   :FORMula
:FETCh     :LIMit → :CLASs
:FORMat    :DMax
:INITiate  :FCURrent
:INPut     :PFACTOR
:INSTrument :POWer
:MEMory    :SYSTem
:READ      :VERSion
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger

```

10.2.2.3.1 :CLASs EVAL

SCPI: :CALCulate:LIMit:CLASs <NRi>
 SHORT: EVAL <NRi>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...6, 10...12	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt die Klasse der Harmonischen im CE Modus:

- 0: Class A (EN61000-3-2) [*RST default value]
- 1: Class B (EN61000-3-2)
- 2: Class C-2 (EN61000-3-2)
- 3: Class D (EN61000-3-2)
- 4: Class C-3 (EN61000-3-2)
- 5: Class C-W (EN61000-3-2)
- 6: Class C-1 (EN61000-3-2)
- 10: Table 2 (EN61000-3-12)
- 11: Table 3 (EN61000-3-12)
- 12: Table 4 (EN61000-3-12)

10.2.2.3.2 :DMax

FLDL

SCPI: :CALCulate:LIMit:DMax <NRf>
 SHORT: FLDL <NRf>

ID:	n/a	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	in %	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das erlaubte Limit der Flickermessung für $d_{\max}$ entsprechend den Normvorgaben.

10.2.2.3.3 :FCURrent

ISO

SCPI: :CALCulate:LIMit:FCURrent <NRf>
 SHORT: ISO <NRf>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest oder setzt den Grundschwingungsstrom zur Berechnung der EN61000-3-2:2006 Grenzwerte.

10.2.2.3.4 :FVERsion

FNRm

SCPI: :CALCulate:LIMit:FVERsion <NRi>
 SHORT: FNRm <NRi>

ID:	n/a	Mode:	Flicker
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...3	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt die Ausgabe der Flicker Norm:

0: EN61000-3-3:1995 [*RST default value]

1: EN61000-3-3:2008

2: EN61000-3-3:2008 Annex B.2

3: EN61000-3-11:2000

10.2.2.3.5 :PFACTOR PFSO

SCPI: :CALCulate:LIMit:PFACTOR <NRf>

SHORT: PFSO <NRf>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt den Leistungsfaktor zur Berechnung der EN61000-3-2:2006 Grenzwerte.

10.2.2.3.6 :POWER PSO

SCPI: :CALCulate:LIMit:POWER <NRf>

SHORT: PSO <NRf>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	W	Group:	n/a

Liest oder setzt die Leistung zur Berechnung der EN61000-3-2:2006 Grenzwerte.

10.2.2.3.7 :RSCE RSCE

SCPI: :CALCulate:LIMit:RSCE <NRf>

SHORT: RSCE <NRf>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	33...10000, [*RST default value] = 33	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt die R_{sce} zur Berechnung der EN61000-3-12:2005 Grenzwerte.

10.2.2.3.8 :SYSTEM SYSD

SCPI: :CALCulate:LIMit:SYSTEM <NRi>

SHORT: SYSD <NRi>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...7	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt das Versorgungssystem zur Berechnung von Harmonischen und Flicker:

0: 230V/50Hz [*RST default value]

1: 230V/60Hz

2: 120V/50Hz

3: 120V/60Hz

4: 220V/50Hz

5: 220V/60Hz

6: 240V/50Hz

7: 240V/60Hz

10.2.2.3.9 :VERSion

EDIT

SCPI: :CALCulate:LIMit:VERSion

SHORT: EDIT

ID: n/a
Type: long int
Value: 0...4
Unit: n/a

Mode: prCE
Suffix: n/a
List: n/a
Group: n/a

Liest oder setzt die Ausgabe der Harmonischen Norm:

0: EN61000-3-2:1995 und EN61000-4-7:1993 [*RST default value]

1: EN61000-3-2:1995 und EN61000-4-7:2008

2: EN61000-3-2:2006 und EN61000-4-7:1993

3: EN61000-3-2:2006 und EN61000-4-7:2008

4: EN61000-3-12:2005 und EN61000-4-7:2008

10.2.2.3.10 :ZREF

ZREF

SCPI: :CALCulate:LIMit:ZREF <NRf>

SHORT: ZREF <NRf>

ID: n/a
Type: int
Value: 0, 1
Unit: n/a

Mode: Flicker
Suffix: n/a
List: n/a
Group: n/a

Liest und setzt den Z_{ref} für die EN61000-3-11:2000 Grenzwertberechnung.

0: (0.24+j0.15)Ω [*RST default value]

1: (0.40+j0.25)Ω

10.2.2.3.11 :ZTEST

ZTST

SCPI: :CALCulate:LIMit:ZTEST <NRf>

SHORT: ZTST <NRf>

ID: n/a
Type: float

Mode: Flicker
Suffix: n/a

Value: 0.001...2, [*RST default value] = 0.283 List: n/a
 Unit: Ω Group: n/a

Liest und setzt den Z_{Test} für die EN61000-3-11:2000 Grenzwertberechnung.

10.2.3 :DISPlay Kommandos

```
:CALCulate
:DISPlay → :CONTrast
:FETCh      :RESet
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.3.1 :CONTrast DISC

SCPI: :DISPlay:CONTrast <NRf>
 SHORT: DISC <NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	0...100 in %, [*RST default value] = 65	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt den Kontrast des Display.

10.2.3.2 :RESet DISR

SCPI: :DISPlay:RESet
 SHORT: DISR

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Setzt die Anzeige auf ihre Default-Werte.

10.2.4 :FETCh und :READ Kommandos

Diese beiden Kommandos werden benutzt, um Meßwerte aus dem Meßgerät auszulesen. Mit :FETCh bekommt man die Werte, die aktuell als Kopie im Interfacepuffer liegen. Mit :READ werden intern zwei Kommandos ausgeführt:

:INITiate:IMMediate und :FETCh (siehe 10.2.6.3, 'IMMediate INIM' für weitere Details).

Wenn man den gleichen Wert zweimal mit dem :READ Kommando anfordert (z.B. :READ:DC?;:READ:DC?), bekommt man zwei verschiedenen Werte aus zwei verschiedenen Meßzyklen. Das kann Probleme bereiten:

:READ:VOLTAGE:DC?;:READ:CURRENT:DC?

Die beiden Werte von Udc und Idc werden in verschiedenen Meßzyklen gemessen!

Wenn man den gleichen Wert zweimal mit dem :FETCh Kommando anfordert, bekommt man zweimal den gleichen Wert aus einem einzigen Meßzyklus. Zum Beispiel

:FETC:DC?;:FETC:DC? macht keinen Sinn, da man immer den gleichen Wert bekommt.

Einen typische Anfrage sollte folgendermaßen aussehen:

:READ:VOLTAGE:DC?;:FETC:CURRENT:DC?

In diesem Fall beendet das Meßgerät den laufenden Zyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die beiden angeforderten Werte aus. Diese stammen aus dem selben Meßzyklus!

Die SHORT Kommandos verhalten sich wie die :FETCh Kommandos (d.h. es wird kein INIM durchgeführt!). Um also das letzte Beispiel mit SHORT Kommandos auszuführen müßte man folgendes senden:

INIM;UDC?;IDC?

10.2.4.1 [:SCALar]

10.2.4.1.1 :CURRent

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent →	:AC
:FORMat		:CYCLe	:CFACtor
:INITiate		:DINPut	:DC
:INPut		:ENERgy	:FFACtor
:INSTrument		:FLICKer	:INRush
:MEMory		:FREQuency	:MAXPk
:READ →		:HARMonics	:MINPk
:SENSe		:POWer	:PPEak
:SOURce		:RESistance	:RECTify
:STATus		:SSYStem	:RUSed
:SYSTem		:VARiable	[:TRMS]
:TRIGger		[:VOLTage]	

10.2.4.1.1.1 :AC?	IAC?	lac
--------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:AC? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:AC? /qonly/
 SHORT: IAC? /qonly/

ID:	lac	Mode:	Normal, prCE
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den AC Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.2 :CFACtor?	ICF?	lcf
-------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:CFACtor? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:CURRent:CFACtor? /qonly/
 SHORT: ICF? /qonly/

ID: lcf	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Crest Faktor des Stromes.

10.2.4.1.1.3 :DC?	IDC?	ldc
--------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:DC? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:DC? /qonly/
 SHORT: IDC? /qonly/

ID: ldc	Mode: Normal, prCE
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den DC Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.4 :FFACtor?	IFF?	lff
-------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:FFACtor? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:FFACtor? /qonly/
 SHORT: IFF? /qonly/

ID: lff	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Form Faktor des Stromes.

10.2.4.1.1.5 :FSCale?	FSI?	
------------------------------	-------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:FSCale? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:FSCale? /qonly/
 SHORT: FSI? /qonly/

ID: n/a	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den Full Scale Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.6 :INRush?	IINR?	linr
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:INRush? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:INRush? /qonly/
 SHORT: IINR? /qonly/

ID:	linr	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den Einschaltstrom. Zum Zurücksetzen siehe 10.2.14.2

10.2.4.1.1.7 :MAXPk?	IMAX?	lpkp
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:MAXPk? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:MAXPk? /qonly/
 SHORT: IMAX? /qonly/

ID:	lpkp	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den größten Stromwert.

10.2.4.1.1.8 :MINPk?	IMIN?	lpkn
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:MINPk? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:MINPk? /qonly/
 SHORT: IMIN? /qonly/

ID:	lpkn	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den kleinsten Stromwert.

10.2.4.1.1.9 :PHASe?	IPHI?	lphi
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:PHASe? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:PHASe? /qonly/
 SHORT: IPHI? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	°	Group:	n/a

Liest den Phasenwinkel des Stromes, so wie im Fresnel Diagram angezeigt

10.2.4.1.1.10 :PPEak?	IPP?	lpp
------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:PPEak? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:PPEak? /qonly/
 SHORT: IPP? /qonly/

ID:	lpp	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den Spitze-Spitze Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.11 :RECTify?	IREC?	Irect
--------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:RECTify? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:RECTify? /qonly/
 SHORT: IREC? /qonly/

ID: Irect	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den Gleichrichtwert des Stromes.

10.2.4.1.1.12 :RUSed?	OVRI?	Ovrl
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:RUSed? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:RUSed? /qonly/
 SHORT: OVRI? /qonly/

ID: Ovrl	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...12
Value: in %	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest die prozentuale Aussteuerung des Meßkanals.

10.2.4.1.1.13 [:TRMS?]	ITRMS?	Itrms
-------------------------------	---------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent[:TRMS]? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent[:TRMS]? /qonly/
 SHORT: ITRMS? /qonly/

ID: Itrms	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den Effektivwert des Stromes.

10.2.4.1.2 :CYCLE

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLE →      :COUNT
:INITiate      :DINPut        :TIME
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer
:MEMory        :FREQuency
:READ →        :HARMonics
:SENSe         :POWer
:SOURce        :RESistance
:STATus       :SSYSstem
:SYSTem       :VARiable
:TRIGger      [:VOLTage]
```

10.2.4.1.2.1 :COUNT?	COUNT?	Cnr
-----------------------------	---------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CYCLE:COUNT? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CYCLE:COUNT? /qonly/

SHORT: COUNT? /qonly/

ID:	Cnr	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Nummer des Meßzyklus dessen Werte sich gerade im Interfacepuffer befinden. Der Wert läuft bis 65535 und wird dann wieder auf 0 gesetzt.

10.2.4.1.2.2 :SNUMber?

SCTC?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CYCLe:SNUMber? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CYCLe:SNUMber? /qonly/
SHORT: SCTC? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...2 ³¹ -1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Nummer des letzten Abtastwertes eines Meßzyklus. Die Abtastwerte des Meßgerätes werden durchnummeriert. Am Ende jedes Zyklus wird der Zählerstand gespeichert und kann mit diesem Kommando ausgelesen werden. Der Zähler läuft bis 2³¹-1 und startet dann wieder bei 0. Siehe auch 10.2.10.14.5, ‘:SCTRigger? SCTT?’

10.2.4.1.2.3 :TIME?

CYCR?

Mtime

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CYCLe:TIME? /qonly/ | :READ[:SCALar]:CYCLe:TIME? /qonly/
SHORT: CYCR? /qonly/

ID:	Mtime	Mode:	Normal, prCE, Flicker, HARM100
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest die echte Meßzeit während des Meßzyklus in Sekunden. Diese Zeit entspricht einer ganzzahligen Anzahl von Signalperioden. Im Mittel ist diese Zeit gleich der Zykluszeit.

10.2.4.1.3 :DINPut?

DIST?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:DINPut? /qonly/ | :READ[:SCALar]:DINPut? /qonly/
SHORT: DIST? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	1, 2
Value:	0...64	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Status der Digitaleingänge. Die Bits der Antwort haben folgende Bedeutung:

Bit 0: Eingang 1

Bit 1: Eingang 2

Bit 2: Eingang 3

Bit 3: Eingang 4

Bit 4: Eingang 5

Bit 5: Eingang 6

10.2.4.1.4 :ENERgy

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat                :CYCLE
:INITiate                :DINPut
:INPut                :ENERgy →      [:ACTive]
:INSTrument                :FLICker      :APPArent
:MEMory                :FREQuency      :CHARge
:READ →                :HARMonics      :REACTive
:SENSe                :POWER      :TIME
:SOURce                :RESistance
:STATus                :SSYSstem
:SYSTem                :VARIable
:TRIGger                [:VOLTage]
```

10.2.4.1.4.1 [:ACTive]? EP? EP

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy[:ACTive]? /qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy[:ACTive]? /qonly/
SHORT: EP? /qonly/

ID:	EP	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	Wh	Group:	n/a

Liest die Wirkenergie.

10.2.4.1.4.2 :APParent? ES? ES

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy:APParent? /qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy:APParent? /qonly/
SHORT: ES? /qonly/

ID:	ES	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	VAh	Group:	n/a

Liest die Scheinenergie.

10.2.4.1.4.3 :CHARge? EI? q

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy:CHARge? /qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy:CHARge? /qonly/
SHORT: EI? /qonly/

ID:	q	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	Ah	Group:	n/a

Liest die Ladung.

10.2.4.1.4.4 :REActive?	EQ?	EQ
--------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:ENERgy:REActive? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:ENERgy:REActive? /qonly/
 SHORT: EQ? /qonly/

ID: EQ	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: varh	Group: n/a

Liest die Blindenergie.

10.2.4.1.4.5 :TIME?	INTR?
----------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:ENERgy:TIME? /qonly/ | :READ[:SCALAr]:ENERgy:TIME? /qonly/
 SHORT: INTR? /qonly/

ID: n/a	Mode: Normal
Type: long int	Suffix: 1...14
Value: 0...2 ³¹ -1	List: n/a
Unit: ms	Group: n/a

Liest die Zeit der laufenden Energiemessung.

10.2.4.1.5 :FLICKer

10.2.4.1.5.1 [:EUTest]

Hier werden die Ergebnisse des Prüflings ausgelesen (gewonnen aus den Signalen der Spannungseingänge).

:CALCulate :DISPlay :FETCh → :FORMat :INITiate :INPut :INSTrument :MEMory :READ → :SENSe :SOURce :STATus :SYSTem :TRIGger	[:SCALAr] → :CURRent :CYCLe :DINPut :ENERgy :FLICKer → :FREQuency :HARMonics :POWer :RESistance :SSYStem :VARIable [:VOLTage]	[:EUTest] → :APMoment :LTRemain :PHWave :SOURce :STATe :STRemain :DC :DELTat :DMAX :HWTRms :PLT :PMOMentary :PST :RESult
--	---	--

10.2.4.1.5.1.1 :APMoment?	FLMO?	Pmoml
----------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:APMoment? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:APMoment? /qonly/

SHORT: FLMO? /qonly/

ID:	Pmoml	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den gemittelten, momentanen Flickerpegel des Prüflings. Dieser Wert ist über 16 Perioden gemittelt.

10.2.4.1.5.1.2 :DC?	FLDC?	dcl
----------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DC? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DC? /qonly/
 SHORT: FLDC? /qonly/

ID:	dcl	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	in %	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den d_c Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.3 :DELTat?	FLDT?	dtl
--------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DELTat? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DELTat? /qonly/ <list>
 SHORT: FLDT? /qonly/ <list>

ID:	dtl	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	in %	List:	0...31
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den d(t) Wert des Prüflings. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.1.4 :DMAX?	FLDX?	dmaxl
------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DMAX? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DMAX? /qonly/
 SHORT: FLDX? /qonly/

ID:	dmaxl	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	in %	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den d_{max} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.5 :DTMViolation?	FLMV?	
--------------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr[:EUTest]:DTMViolation? /qonly/ |

:READ[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]:DTMViolation? /qonly/
 SHORT: FLMV? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Flicker
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die maximale Anzahl von Halbwellen, für die d(t) des Prüflings den Grenzwert der Norm überschritten hat

10.2.4.1.5.1.6 :HWTRms?	FLRM?	UhwI
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]:HWTRms? /qonly/ <list>|
 :READ[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]:HWTRms? /qonly/ <list>
 SHORT: FLRM? /qonly/ <list>

ID:	UhwI	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...31
Unit:	V	Group:	n/a

Liest den Halbwelleneffektivwert des Prüflings. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.1.7 :PLT?	FLLT?	PltI
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]:PLT? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]:PLT? /qonly/
 SHORT: FLLT? /qonly/

ID:	PltI	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den P_{lt} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.8 :PMOMentary?	FLMS?	PmI
------------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]: PMOMentary? /qonly/ <list>|
 :READ[:SCALar]:FLICKer[:EUTest]: PMOMentary? /qonly/ <list>
 SHORT: FLMS? /qonly/ <list>

ID:	PmI	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...31
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den momentanen Flickerpegel des Prüflings. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.1.9 :PST?	FLST?	Pstl
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:PST? /qonly/ |
:READ[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:PST? /qonly/
SHORT: FLST? /qonly/

ID: Pstl	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den P_{st} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.10 :RESult?	FLRE?	LoadOK
---------------------------------	--------------	---------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:RESult? /qonly/ |
:READ[:SCALAr]:FLICKer[:EUTest]:RESult? /qonly/
SHORT: FLRE? /qonly/

ID: n/a	Mode: Flicker
Type: long int	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest das Resultat der Flickermessung des Prüflings.

Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (=irgendeine der nachfolgenden Auswertungen war nicht in Ordnung). Andernfalls gelöscht.

Bit 1: Gesetzt, wenn mindestens ein P_{st} > 1.0 war, andernfalls gelöscht.

Bit 2: Gesetzt, wenn der P_{lt} am Ende der Messung > 0.65 war. Andernfalls gelöscht.

Bit 3: Gesetzt, wenn d_{max} > 4% war. Andernfalls gelöscht.

Bit 4: Gesetzt, wenn d(t) für mehr als 200ms > 3% war. Andernfalls gelöscht.

Bit 5: Gesetzt, wenn d_c > 3% war. Andernfalls gelöscht.

10.2.4.1.5.2 :LTRemain?	FLTR?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICKer:LTRemain? /qonly/ |
:READ[:SCALAr]:FLICKer:LTRemain? /qonly/
SHORT: FLTR? /qonly/

ID: n/a	Mode: Flicker
Type: long int	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: s	Group: n/a

Liest die Restlaufzeit bis zum Ende des P_{lt} Zyklus.

10.2.4.1.5.3 :PHWave?	FLPH?	Phw
------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICKer:PHWave? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALAr]:FLICKer:PHWave? /qonly/ <list>
SHORT: FLPH? /qonly/ <list>

ID:	Phw	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...31
Unit:	W	Group:	n/a

Liest die Halbwellenwirkleistung. Nach jedem Meßzyklus über 16 Perioden kann man 32 Werte abrufen. Für ein richtiges Ergebnis ist es natürlich notwendig, mit dem Stromkanal einen Strom zu messen und nicht die Spannung der Quelle.

10.2.4.1.5.4 :SOURce

Hier werden die Ergebnisse des Quelle ausgelesen (gewonnen aus den Signalen der Stromeingänge bzw. ext. Shunteingänge).

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLE
:INITiate      :DINPut
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer →      [:EUTest]
:MEMory        :FREQuency      :LTRemain
:READ →        :HARMonics      :PHWave
:SENSe         :POWER          :SOURce →      :APMoment
:SOURce        :RESistance     :STATe        :DC
:STATus        :SSYSstem       :STRemain     :DELTat
:SYSTem        :VARIable       :DMAX
:TRIGger       [:VOLTage]      :HWTRms
                                   :PLT
                                   :PMOMentary
                                   :PST
                                   :RESult

```

10.2.4.1.5.4.1 :APMoment?	FSMO?	Pmoms
----------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:SOURce:APMoment? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:FLICKer:SOURce:APMoment? /qonly/
SHORT: FSMO? /qonly/

ID:	Pmoms	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den gemittelten, momentanen Flickerpegel der Quelle. Dieser Wert über 16 Perioden gemittelt.

10.2.4.1.5.4.2 :DC?	FSDC?	dcs
----------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DC? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DC? /qonly/
SHORT: FSDC? /qonly/

ID:	dcs	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	in %	List:	n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest den d_c Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.3 :DELTat?	FSDT?	dts
--------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DELTat? /qonly/ <list>|
 :READ[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DELTat? /qonly/ <list>
 SHORT: FSDT? /qonly/ <list>

ID: dts	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: 1...4
Value: in %	List: 0...31
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den $d(t)$ Wert der Quelle. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.4.4 :DMAX?	FSDX?	dmaxs
------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DMAX? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DMAX? /qonly/
 SHORT: FSDX? /qonly/

ID: dmaxs	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: 1...4
Value: in %	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den $d_{\max}$ Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.5 :DTMViolation?	FSMV?
--------------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DTMViolation? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:DTMViolation? /qonly/
 SHORT: FSMV? /qonly/

ID: n/a	Mode: Flicker
Type: long int	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest die maximale Anzahl von Halbwellen, für die $d(t)$ der Quelle den Grenzwert der Norm überschritten hat

10.2.4.1.5.4.6 :HWTRms?	FSRM?	Uhws
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:HWTRms? /qonly/ <list>|
 :READ[:SCALar]:FLICkEr:SOURce:HWTRms? /qonly/ <list>
 SHORT: FSRM? /qonly/ <list>

ID: Uhws	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: 1...4

Value: n/a List: 0...31
 Unit: A oder V, abhängig vom Signal Group: n/a

Liest den Halbwelleneffektivwert der Quelle. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.4.7 :PLT?	FSLT?	Plts
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:PLT? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:PLT? /qonly/
 SHORT: FSLT? /qonly/

ID: Plts	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den P_{lt} Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.8 :PMOMentary?	FSMS?	Pms
------------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkeR:SOURce: PMOMentary? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:FLICkeR:SOURce: PMOMentary? /qonly/ <list>
 SHORT: FSMS? /qonly/ <list>

ID: Pms	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: 0...31
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den momentanen Flickerpegel der Quelle. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen.

10.2.4.1.5.4.9 :PST?	FSST?	Psts
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:PST? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:PST? /qonly/
 SHORT: FSST? /qonly/

ID: Psts	Mode: Flicker
Type: float	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den P_{st} Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.10 :RESult?	FSRE?	SrcOK
---------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:RESult? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICkeR:SOURce:RESult? /qonly/
 SHORT: FSRE? /qonly/

ID: n/a	Mode: Flicker
---------	---------------

Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Resultat der Flickermessung der Quelle:

Bit 0: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (=irgendeine der nachfolgenden Auswertungen war nicht in Ordnung). Andernfalls gelöscht.

Bit 1: Gesetz, wenn mindestens ein $P_{st} > 1.0$ war, andernfalls gelöscht.

Bit 2: Gesetz, wenn der P_{lt} am Ende der Messung > 0.65 war. Andernfalls gelöscht.

Bit 3: Gesetz, wenn $d_{max} > 4\%$ war. Andernfalls gelöscht.

Bit 4: Gesetz, wenn $d(t)$ für mehr als 200ms $> 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.

Bit 5: Gesetz, wenn $d_c > 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.

10.2.4.1.5.5 :STATE? FSTA?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:STATE? /qonly/ | :READ[:SCALar]:FLICKer:STATE? /qonly/
 SHORT: FSTA? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Flicker
Type:	long int	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Status der Flickermessung. Die Bits haben folgende Bedeutung:

0: Reset
 1: Wait
 2: Run
 3: Stop

10.2.4.1.5.6 :STRemain? FSTR?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:STRemain? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICKer:STRemain? /qonly/
 SHORT: FSTR? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Flicker
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest die Restlaufzeit bis zum Ende des P_{st} Zyklus.

10.2.4.1.6 FREQuency

:CALCulate		
:DISPlay		
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent
:FORMat		:CYCLe
:INITiate		:DINPut
:INPut		:ENERgy
:INSTrument		:FLICKer

:MEMory	:FREQuency →	:FINPut
:READ →	:HARMonics	:SAMPlE
:SENSe	:POWer	[:SSource]
:SOURce	:RESistance	
:STATus	:SSYStem	
:SYSTem	:VARiable	
:TRIGger	[:VOLTage]	

10.2.4.1.6.1 :FINPut? DIFQ? DigFrq

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FREQuency:FINPut? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:FREQuency:FINPut? /qonly/
SHORT: DIFQ? /qonly/

ID:	DigFrq	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1, 2
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	Hz	Group:	n/a

Liest den Wert des Frequenzeinganges der Prozeßsignalschnittstelle.

10.2.4.1.6.2 :SAMPlE? SMPL?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FREQuency:SAMPlE? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:FREQuency:SAMPlE? /qonly/
SHORT: SMPL? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	Hz	Group:	optional [<NRi>], 0=A, 1=B

Liest den Wert der Abtastfrequenz des LMG.

10.2.4.1.6.3 :SSource? FREQ? f

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FREQuency[:SSource]? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:FREQuency[:SSource]? /qonly/
SHORT: FREQ? /qonly/

ID:	f	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	Hz	Group:	n/a

Liest die Frequenz der Synchronisationsquelle.

10.2.4.1.7 :HARMonics

:CALCulate	
:DISPlay	
:FETCh →	[:SCALar] →
:FORMat	:CURRent
:INITiate	:CYCLe
:INPut	:DINPut
:INSTrument	:ENERgy
	:FLICKer

:MEMory	:FREQuency	
:READ →	:HARMonics →	:AMPower
:SENSe	:POWer	:APFactor
:SOURce	:RESistance	:CDResult
:STATus	:SSYSstem	:CURRent
:SYSTem	:VARiable	:LTRemain
:TRIGger	[:VOLTage]	[:VOLTage]

10.2.4.1.7.1 :AMPFactor? HPFM?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:AMPFactor? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:AMPFactor? /qonly/
SHORT: HPFM? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den maximalen geglätteten Leistungsfaktor.

10.2.4.1.7.2 :AMPower? HPM?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:AMPower? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:AMPower? /qonly/
SHORT: HPM? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	W	Group:	n/a

Liest die maximale geglättete Leistung.

10.2.4.1.7.3 :APFactor? HPFA?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:APFactor? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:APFactor? /qonly/
SHORT: HPFA? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den geglätteten Leistungsfaktor.

10.2.4.1.7.4 :APOWer? HPAV?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:APOWer? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:APOWer? /qonly/
SHORT: HPAV? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4

Value: n/a
Unit: W

List: n/a
Group: n/a

Liest die geglättete Leistung.

10.2.4.1.7.5 :CDResult?

HENS?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CDResult? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:CDResult? /qonly/
SHORT: HENS? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Klasse D Testergebnis der Harmonischen Messung:

- Bit 0: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (= wenn einer der nachfolgenden Punkte nicht in Ordnung ist). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetz, wenn der Strom für <95% der Zeit unter der positiven speziellen Einhüllenden war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetz, wenn der Strom für <95% der Zeit unter der negativen speziellen Einhüllenden war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetz bei P>600W. Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung der Klasse C nicht in Ordnung ist (= wenn einer der nachfolgenden Punkte nicht in Ordnung ist). Ansonsten gelöscht.
- Bit 5: Gesetz, wenn die 60° Bedingung der ersten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 6: Gesetz, wenn die 65° Bedingung der ersten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 7: Gesetz, wenn die 90° Bedingung der ersten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 8: Gesetz, wenn der Spitzenwert der ersten Halbschwingung negativ ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 9: Gesetz, wenn die 60° Bedingung der zweiten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 10: Gesetz, wenn die 65° Bedingung der zweiten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 11: Gesetz, wenn die 90° Bedingung der zweiten Halbschwingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 12: Gesetz, wenn der Spitzenwert der zweiten Halbschwingung negativ ist. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.6 :CURRent

:CALCulate
:DISPlay

:FETCh →	[:SCALAr] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		:FLICKer	
:MEMory		:FREQuency	
:READ →	:HARMonics →	:AMPower	
:SENSe		:POWer	:APFactor
:SOURce		:RESistance	:CDResult
:STATus		:SSYSstem	:CURRent → :AAMPLitude
:SYSTem		:VARiable	:LTRemain :AFUNDamental
:TRIGger	[:VOLTage]	[:VOLTage]	:AMPLitude
			:FPRotz
			:FRESult
			:GFResult
			:LIMit
			:LTResult
			:OLIMit
			:PHASe
			:POHarmonics
			:POLimit
			:SAVerage
			:SMOothed
			:STATe
			:THARmonic
			:THDistortion

10.2.4.1.7.6.1 :AAMPLitude?	HIAV?	laver
------------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AAMPLitude? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AAMPLitude? /qonly/ <list>
SHORT: HIAV? /qonly/ <list>

ID: laver	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: 0...40 für die Ordnung
Unit: A	Group: n/a

Liest die mittlere Amplitude der Harmonischen des Stromes.

10.2.4.1.7.6.2 :AFUNDamental?	HIFM?	
--------------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AFUNDamental? /qonly/ |
:READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AFUNDamental? /qonly/ |
SHORT: HIFM? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den maximale gemittelten Grundschwingungsstrom.

10.2.4.1.7.6.3 :AMPLitude?	HIAM?	lh
-----------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AMPLitude? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:AMPLitude? /qonly/ <list>
SHORT: HIAM? /qonly/ <list>

ID:	lh	Mode:	prCE, HARM100
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...40/99 (prCE/HARM100) für Ordnung
Unit:	A	Group:	n/a

Liest die Amplitude der Harmonischen des Stromes.

10.2.4.1.7.6.4 :FPRotz?	HFMX?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:FPRotz? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:FPRotz? /qonly/ <list>
 SHORT: HFMX? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	in %	List:	0...40 für die Ordnung
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die maximale Dauer in Prozent eines 2.5 Minutenfensters, während dessen die jeweilige Harmonische größer als der 100% Grenzwert war.

10.2.4.1.7.6.5 :FRESult?	HIFL?
---------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:FRESult? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:FRESult? /qonly/ <list>
 SHORT: HIFL? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0...2 ⁴¹ -1	List:	0, 1 für Array-Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Langzeitergebnis der fluktuierenden Stromharmonischen im CE-HRM Modus. Diese Größe ist ein Array von 2 Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt. Alle Bits von 0 bis 40 zeigen an, ob die jeweilige Harmonische zumindest einmal für mehr als 10% eines 2.5 Minutenfensters größer als der Grenzwert war. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 1.

10.2.4.1.7.6.6 :GFResult?	HIGF?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:GFResult? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:GFResult? /qonly/
 SHORT: HIGF? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Endergebnis der Stromüberwachung im CE-HRM Modus:

- Bit 0: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetz, wenn irgendeine Harmonische >100% des erlaubten Limits war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetz, wenn eine fluktuierende Harmonische für mehr als 10% eines 2.5 Minuten-Fensters zwischen 100% und 150% war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetz, wenn die Grenzwertbewertung nicht eindeutig ist (mit '?'). Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetz, wenn die gemessene Leistung > 110% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 5: Gesetz, wenn der gemessene Leistungsfaktor > 110% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 6: Gesetz, wenn der gemessene Grundswingungsstrom > 110% des definierten Grundswingungsstromes ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 7: Gesetz, wenn die gemessene Leistung < 90% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 8: Gesetz, wenn der gemessene Leistungsfaktor < 90% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 9: Gesetz, wenn der gemessene Grundswingungsstrom < 90% des definierten Grundswingungsstromes ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 10: Gesetz, wenn irgendeine Harmonische > 150% der Grenzwerte ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 11: Gesetz, wenn die THD Bedingung verletzt ist. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.6.7 :IAMplitude?	HIZA?
------------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:IAMplitude? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:IAMplitude? /qonly/ <list>
 SHORT: HIZA? /qonly/ <list>

ID: n/a Type: float Value: n/a Unit: A	Mode: prCE Suffix: 1...4 List: 0...5 für die Nr. der Zwischenharmonischen relativ zum Analysestart Group: n/a
---	--

Liest die Zwischenharmonischen des Stromes. Es stehen maximal 6 Werte zur Verfügung.
 Um den Analysebereich zu definieren, siehe 10.2.10.8.2, 'ISTart HNRZ'

10.2.4.1.7.6.8 :LIMit?	HILM?	IL
-------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LIMit? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LIMit? /qonly/ <list>
 SHORT: HILM? /qonly/ <list>

ID:	IL	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...40 für die Ordnung
Unit:	A	Group:	n/a

Liest die Grenzwerte der harmonischen des Stromes.

10.2.4.1.7.6.9 :LTResult?	HILT?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LTResult? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LTResult? /qonly/ <list>
 SHORT: HILT? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0...2 ⁴¹ -1	List:	0, 1 für Array Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Langzeitergebnis der Stromharmonischen. Dieses ist ein Array von 2 Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes Bit von 0 bis 40 zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat.

10.2.4.1.7.6.10 :OLIMit?	HIOV?
---------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:OLIMit? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:OLIMit? /qonly/ <list>
 SHORT: HIOV? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0...2 ⁴¹ -1	List:	0...3 für Array Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das aktuelle Ergebnis der Stromharmonischen. Dieses ist ein Array von 4 Zahlen, so daß man zwei 64Bit Ergebnisse bekommt, wenn man die Elemente 0/1 bzw. 2/3 ausliest.

Für die Elemente 2/3 zeigt jedes der ersten 41 Bits an, ob die Harmonische die Grenzwerte verletzt hat ('!' im LMG Display).

Für die Elemente 0/1 zeigt jedes der ersten 41 Bits an, ob die Harmonische die 100% Grenzwerte verletzt, aber die 150% Grenzwerte eingehalten hat ('?' im LMG Display).

10.2.4.1.7.6.11 :PHASe?	HIPH?	IP
--------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:PHASe? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:PHASe? /qonly/ <list>
 SHORT: HIPH? /qonly/ <list>

ID:	IP	Mode:	HARM100
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	0...99 für die Ordnung
Unit:	°	Group:	n/a

Liest die Phase der Harmonischen des Stromes.

10.2.4.1.7.6.12 :POHarmonic?	HPOC?	Ipohc
-------------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POHarmonic? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POHarmonic? /qonly/
 SHORT: HPOC? /qonly/

ID: Ipohc	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den Teil-Oberschwingungstrom der ungeraden Harmonischen.

10.2.4.1.7.6.13 :POLimit?	HLIP?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POLimit? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POLimit? /qonly/
 SHORT: HLIP? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den Teil-Oberschwingungstrom der ungeraden Harmonischen, der aus den Grenzwerten am Ende der Messung berechnet werden.

10.2.4.1.7.6.14 :SAverage?	HIAS?
-----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SAverage? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SAverage? /qonly/
 SHORT: HIAS? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den gemittelten, geglätteten Eingangsstrom.

10.2.4.1.7.6.15 :SMOothed?	HIMA?
-----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SMOothed? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SMOothed? /qonly/
 SHORT: HIMA? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest den geglätteten Eingangsstrom.

10.2.4.1.7.6.16 :STATE?**HIST?**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:STATe? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:STATe? /qonly/
 SHORT: HIST? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das aktuelle Ergebnis der Stromüberwachung:

Bit 0: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.

Bit 1: Gesetz, wenn irgendeine Harmonische >100% des erlaubten Limits war. Ansonsten gelöscht.

Bit 2: Gesetz, wenn eine fluktuierende Harmonische für mehr als 10% eines 2.5 Minuten-Fensters zwischen 100% und 150% war. Ansonsten gelöscht.

Bit 3: Gesetz, wenn die Grenzwertbewertung nicht eindeutig ist (mit '?'). Ansonsten gelöscht.

Bit 10: Gesetz, wenn irgendeine Harmonische > 150% der Grenzwerte ist. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.6.17 :THARmonic?**HTHC?****lthc**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:THARmonic? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:THARmonic? /qonly/
 SHORT: HTHC? /qonly/

ID:	lthc	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest den Gesamt-Oberschwingungsstrom.

10.2.4.1.7.6.18 :THDistort?**HIHD?****lthd**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:THDistort? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics:CURRent:THDistort? /qonly/
 SHORT: HIHD? /qonly/

ID:	lthd	Mode:	prCE, Flicker, HARM100
Type:	float	Suffix:	1...4/12
Value:	in %	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Klirrfaktor des Stromes.

10.2.4.1.7.7 :LTRemain?**HLTR?**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics:LTRemain? /qonly/ |

:READ[:SCALar]: HARMonics:LTRemain? /qonly/
 SHORT: HLTR? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest die verbleibende Meßzeit.

10.2.4.1.7.8 :POWER

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat                :CYCLe
:INITiate            :DINPut
:INPut                :ENERgy
:INSTrument          :FLICKer
:MEMory              :FREQuency
:READ →              :HARMonics → :AMPower
:SENSe                :POWer      :APFactor
:SOURce              :RESistance :CDResult
:STATus              :SSYSstem   :CURRent
:SYSTem              :VARiable    :LTRemain
:TRIGger              [:VOLTage]  :POWER →      :ACTive
                                   [:VOLTage]  :APParent
                                           :REACTive
  
```

10.2.4.1.7.8.1 :ACTIVE?	HPAM?	Ph
-------------------------	-------	----

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:POWer:ACTive? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:POWer:ACTive? /qonly/ <list>
 SHORT: HPAM? /qonly/ <list>

ID:	Ph	Mode:	HARM100
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	0...99 für die Ordnung
Unit:	W	Group:	n/a

Liest die Harmonischen der Wirkleistung.

10.2.4.1.7.8.2 :APParent?	HSAM?	Sh
---------------------------	-------	----

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:POWer:APParent? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:POWer:APParent? /qonly/ <list>
 SHORT: HSAM? /qonly/ <list>

ID:	Sh	Mode:	HARM100
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	0...99 für die Ordnung
Unit:	VA	Group:	n/a

Liest die Harmonischen der Scheinleistung.

10.2.4.1.7.8.3 :REACtive?	HQAM?	Qh
----------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:POWer:REACtive? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics:POWer:REACtive? /qonly/ <list>
SHORT: HQAM? /qonly/ <list>

ID: Qh	Mode: HARM100
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: 0...99 für die Ordnung
Unit: var	Group: n/a

Liest die Harmonischen der Blindleistung.

10.2.4.1.7.9 [:VOLTage]

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat                :CYCLE
:INITiate             :DINPut
:INPut                :ENERgy
:INSTrument           :FLICKer
:MEMory               :FREQuency
:READ →              :HARMonics → :AMPower
:SENSe                :POWer      :APFactor
:SOURce               :RESistance :CDResult
:STATus               :SSYSstem  :CURRent
:SYSTem               :VARiable  :LTRemain
:TRIGger              [:VOLTage]  [:VOLTage] → :AMPLitude
                                           :GFResult
                                           :LIMit
                                           :LTResult
                                           :MAMPLitude
                                           :OLIMit
                                           :PHASe
                                           :STATe
                                           :THDistortion
  
```

10.2.4.1.7.9.1 :AMPLitude?	HUAM?	Uh
-----------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:AMPLitude? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:AMPLitude? /qonly/ <list>
SHORT: HUAM? /qonly/ <list>

ID: Uh	Mode: prCE, HARM100
Type: float	Suffix: 1...4(prCE), 1...12(HARM100)
Value: n/a	List: 0...40/99 (prCE/HARM100) für Ordnung
Unit: V	Group: n/a

Liest die Amplitude der Harmonischen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.2 :GFResult?	HUGF?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:GFResult? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:GFResult? /qonly/
SHORT: HUGF? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
---------	------------

Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Endergebnis der Spannungsüberwachung:

Bit 0: Gesetz, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.

Bit 1: Gesetz, wenn irgendeine Spannungsharmonische >100% des Limit war. Ansonsten gelöscht.

Bit 2: Gesetz, wenn die Amplitude der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.

Bit 3: Gesetz, wenn die Frequenz der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.

Bit 4: Gesetz, wenn der Crestfaktor nicht innerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.

Bit 5: Gesetz, wenn der Spitzenwert nicht innerhalb $90^\circ \pm 3^\circ$ liegt

10.2.4.1.7.9.3 :HWCFactor? FLCF?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:HWCFactor? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: HWCFactor? /qonly/ <list>
SHORT: FLCF? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...31 für Nr. der Halbschwingung
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Crestfaktor der Halbwellen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.4 :IAMPlitude? HUZA?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:VOLTage:IAMPlitude? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:VOLTage:IAMPlitude? /qonly/
SHORT: HUZA? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...5 für die Nr. der Zwischenharmonischen relativ zum Analysestart
Unit:	V	Group:	n/a

Liest die Zwischenharmonischen der Spannung. Es stehen maximal 6 Werte zur Verfügung. Um den Analysebereich zu definieren, siehe 10.2.10.8.2, 'ISTart HNRZ'

10.2.4.1.7.9.5 :LIMit? HULM? UL

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LIMit? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LIMit? /qonly/ <list>
SHORT: HULM? /qonly/ <list>

ID:	UL	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...40 für die Ordnung
Unit:	V	Group:	n/a

Liest die Grenzwerte der Harmonischen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.6 :LTResult? HULT?
--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LTResult? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LTResult? /qonly/ <list>
SHORT: HULT? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0...2 ⁴¹ -1	List:	0, 1 für Array Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Langzeitergebnis der Spannungsharmonischen. Dieses ist ein Array von 2 Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes der Bits zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat.

10.2.4.1.7.9.7 :MAMplitude? HUMX? UMax

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:MAMplitude? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:MAMplitude? /qonly/ <list>
SHORT: HUMX? /qonly/ <list>

ID:	Umax	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	0...40 für die Ordnung
Unit:	V	Group:	n/a

Liest die maximale Amplitude der Harmonischen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.8 :MAXCfactor? FLCX?
--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MAXCfactor? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MAXCfactor? /qonly/ |
SHORT: FLCX? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den maximalen Crestfaktor der Spannung.

10.2.4.1.7.9.9 :MAXPhi? FLPX?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MAXPhi? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MAXPhi? /qonly/ |
SHORT: FLPX? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	°	Group:	n/a

Liest die maximale Phasenlage des Spitzenwertes der Spannung.

10.2.4.1.7.9.10 :MINCfactor? FLCN?
--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MINCfactor? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MINCfactor? /qonly/
SHORT: FLCN? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den minimalen Crestfaktor der Spannung.

10.2.4.1.7.9.11 :MINPhi? FLPN?
--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MINPhi? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: MINPhi? /qonly/
SHORT: FLPN? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	°	Group:	n/a

Liest die minimale Phasenlage des Spitzenwertes der Spannung.

10.2.4.1.7.9.12 :OLIMit? HUOV?
--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: OLIMit? /qonly/ <list> |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]: OLIMit? /qonly/ <list>
SHORT: HUOV? /qonly/ <list>

ID:	n/a	Mode:	prCE
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0...2 ⁴¹ -1	List:	0...3 für das Array Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das aktuelle Ergebnis der Spannungsharmonischen. Dieses ist ein Array von 4 Zahlen, so daß man zwei 64Bit Ergebnisse bekommt, wenn man die Elemente 0/1 bzw. 2/3 ausliest. Bei den Elementen 2/3 zeigt jedes Bit (von 0 bis 40) an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat. Die Elemente 0/1 sind nicht genutzt.

10.2.4.1.7.9.13 :PHASe?	HUPH?	UP
--------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]:PHASe? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]:PHASe? /qonly/ <list>
 SHORT: HUPH? /qonly/ <list>

ID: UP	Mode: HARM100
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: 0...99 für die Ordnung
Unit: °	Group: n/a

Liest die Phase der Harmonischen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.14 :PPHase?	FLUP?	
---------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]:PPHase? /qonly/ <list> |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]: PPHase? /qonly/ <list>
 SHORT: FLUP? /qonly/ <list>

ID: n/a	Mode: prCE
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: 0...31 für Nummer der Halbschwingung
Unit: °	Group: n/a

Liest den Phasenwinkel des Spitzenwertes der Halbwellen der Spannung.

10.2.4.1.7.9.15 :STAtE?	HUST?	
--------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]:STAtE? /qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:HARMonics[:VOLTage]:STAtE? /qonly/ |
 SHORT: HUST? /qonly/

ID: n/a	Mode: prCE
Type: long int	Suffix: 1...4
Value: 0...2 ⁵ -1	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest das aktuelle Ergebnis der Spannungsüberwachung:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn irgendeine Spannungsharmonische >100% des Limit war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn die Amplitude der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn die Frequenz der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn der Crest-Faktor nicht innerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 5: Gesetzt, wenn der Spitzenwert nicht innerhalb 90°±3° liegt

10.2.4.1.7.9.16 :THDistort?	HUHD?	Uthd
------------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:THDistort? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:THDistort? /qonly/
SHORT: HUHD? /qonly/

ID: Uthd	Mode: prCE, Flicker, HARM100
Type: float	Suffix: 1...4/12
Value: in %	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Klirrfaktor der Spannung.

10.2.4.1.8 :POWer

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat                :CYCLe
:INITiate              :DINPut
:INPut                 :ENERgy
:INSTrument            :FLICKer
:MEMory                :FREQuency
:READ →              :HARMonics
:SENSe                 :POWER →      :AACTive
:SOURce                :RESistance   :AAPParent
:STATus                :SSYSstem     [:ACTive]
:SYSTem                :VARiable     :APParent
:TRIGger               [:VOLTage]    :AREactive
                                   :FSCale
                                   :ICAPacity
                                   :PFACTOR
                                   :PHASe
                                   :REACTIVE

```

10.2.4.1.8.1 :AACTive?	PM?	Pm
-------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWER:AACTive? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWER:AACTive? /qonly/
SHORT: PM? /qonly/

ID: Pm	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: W	Group: n/a

Liest die mittlere Wirkleistung der Energiemessung.

10.2.4.1.8.2 :AAPParent?	SM?	Sm
---------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWER:AAPParent? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:POWER:AAPParent? /qonly/
SHORT: SM? /qonly/

ID: Sm	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: VA	Group: n/a

Liest die mittlere Scheinleistung der Energiemessung.

10.2.4.1.8.3 [:ACTive]?	P?	P
--------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer[:ACTive]? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer[:ACTive]? /qonly/
 SHORT: P? /qonly/

ID: P	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: W	Group: n/a

Liest die Wirkleistung.

10.2.4.1.8.4 :APParent?	S?	S
--------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:APParent? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:APParent? /qonly/
 SHORT: S? /qonly/

ID: S	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: VA	Group: n/a

Liest die Scheinleistung.

10.2.4.1.8.5 :AREactive?	QM?	Qm
---------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:AREactive? /qonly/ |
 :READ[:SCALar]:POWer:AREactive? /qonly/
 SHORT: QM? /qonly/

ID: Qm	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: var	Group: n/a

Liest die mittlere Blindleistung der Energiemessung.

10.2.4.1.8.6 :FSCale?	FSP?
------------------------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:FSCale? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:FSCale? /qonly/
 SHORT: FSP? /qonly/

ID: n/a	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: W	Group: n/a

Liest den Full Scale der Leistung.

10.2.4.1.8.7 :ICAPacity?	INCA?	Inca
---------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:ICAPacity? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:ICAPacity? /qonly/
 SHORT: INCA? /qonly/

ID: Inca	Mode: Normal
Type: long int	Suffix: 1...12
Value: -1, 0, +1	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Status des inca Flag. Es zeigt an, ob ein System induktiv oder kapazitiv ist:

+1 induktiv
 0 undefiniert
 -1 kapazitiv

10.2.4.1.8.8 :PFACTOR?	PF?	PF
-------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:PFACTOR? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:PFACTOR? /qonly/
 SHORT: PF? /qonly/

ID: PF	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Leistungsfaktor.

10.2.4.1.8.9 :PHASe?	PHI?	PHI
-----------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:PHASe? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:PHASe? /qonly/
 SHORT: PHI? /qonly/

ID: PHI	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: °	Group: n/a

Liest den Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung.

10.2.4.1.8.10 :REACTive?	Q?	Q
---------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWer:REACTive? /qonly/ | :READ[:SCALar]:POWer:REACTive? /qonly/
 SHORT: Q? /qonly/

ID: Q	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...14
Value: n/a	List: n/a
Unit: var	Group: n/a

Liest die Blindleistung.

10.2.4.1.9 :RESistance

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLe
:INITiate      :DINPut
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer
:MEMory        :FREQuency
:READ →        :HARMonics
:SENSe         :POWer
:SOURce        :RESistance → :ASResist
:STATus        :SSYStem      :IMPedance
:SYSTem        :VARiable     :RSIMpedance
:TRIGger       [:VOLTage]

```

10.2.4.1.9.1 :ASResist?	RSER?	Rser
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:RESistance:ASResist? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:RESistance:ASResist? /qonly/
SHORT: RSER? /qonly/

ID: Rser	Mode: Normal, prCE, Flicker
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: Ω	Group: n/a

Liest den seriellen Wirkwiderstand.

10.2.4.1.9.2 :IMPedance?	Z?	Z
---------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:RESistance:IMPedance? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:RESistance:IMPedance? /qonly/
SHORT: Z? /qonly/

ID: Z	Mode: Normal, prCE, Flicker
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: Ω	Group: n/a

Liest den Scheinwiderstand.

10.2.4.1.9.3 :RSIMpedance?	XSER?	Xser
-----------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:RESistance:RSIMpedance? /qonly/ |
:READ[:SCALar]:RESistance:RSIMpedance? /qonly/
SHORT: XSER? /qonly/

ID: Xser	Mode: Normal, prCE, Flicker
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: Ω	Group: n/a

Liest den seriellen Blindwiderstand.

10.2.4.1.10 :SSYSstem?**RLS?**

SCPI: :FETCh[:SCALar]:SSYSstem? [<NRi>] /qonly/ | :READ[:SCALar]:SSYSstem? [<NRi>] /qonly/
 SHORT: RLS? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	-1, 0, +1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest die Art des Versorgungssystems aus

0 undefiniert
 +1 rechtsdrehendes System (Phasenfolge 1, 2, 3)
 -1 linksdrehendes System (Phasenfolge 1, 3, 2)

10.2.4.1.11 :VARiable?**VAR?**

SCPI: :FETCh[:SCALar]:VARiable? /qonly/ <list> | :READ[:SCALar]:VARiable? /qonly/ <list>
 SHORT: VAR? /qonly/ <list>

ID:	Name den der Anwender vergeben hat. Das Script 'abc=Utrms*2;' erzeugt die ID 'abc'.	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	0...11 für Array Element
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Wert der benutzerdefinierten Variablen, die in einem Array gespeichert sind.

10.2.4.1.12 :VNAME?**NVAR?**

SCPI: :FETCh[:SCALar]:VNAME? /qonly/ <string program data> | :READ[:SCALar]:VNAME? /qonly/ <string program data>
 SHORT: NVAR? /qonly/ <string program name>

ID:		Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den Wert der benutzerdefinierten Variablen, deren Name als String übergeben wurde.

Beispiel: NVAR? „abc“ liest den Wert der Variablen 'abc'

10.2.4.1.13 [:VOLTage]

:CALCulate		
:DISPlay		
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent
:FORMat		:CYCLe
:INITiate		:DINPut
:INPut		:ENERgy
:INSTrument		:FLICKer
:MEMory		:FREQuency
:READ →		:HARMonics

:SENSe	:POWER
:SOURce	:RESistance
:STATus	:SSYSstem
:SYSTem	:VARiable
:TRIGger	[:VOLTage] →
	:AC
	:AInPut
	:CFACtor
	:DC
	:FFACtor
	:INRush
	:MAXPk
	:MINPk
	:PPEak
	:RECTify
	:RUSed
	[:TRMS]

10.2.4.1.13.1 :AC?	UAC?	Uac
---------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:AC? /qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:AC? /qonly/
 SHORT: UAC? /qonly/

ID: Uac	Mode: Normal, prCE
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest den AC Wert der Spannung.

10.2.4.1.13.2 :AInPut?	AIVA?	Ain
-------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:AInPut? /qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:AInPut? /qonly/
 SHORT: AIVA? /qonly/

ID: Ain	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...8
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest die Spannung des Analogeingangs der Prozeßsignalschnittstelle.

10.2.4.1.13.3 :CFACtor?	UCF?	Ucf
--------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:CFACtor? /qonly/ |
 :READ[:SCALar][:VOLTage]:CFACtor? /qonly/
 SHORT: UCF? /qonly/

ID: Ucf	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Crest Faktor der Spannung.

10.2.4.1.13.4 :DC?	UDC?	Udc
---------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:DC? /qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:DC? /qonly/
 SHORT: UDC? /qonly/

ID: Udc	Mode: Normal, prCE
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest den DC Wert der Spannung.

10.2.4.1.13.5 :FFACtor?	UFF?	Uff
--------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:FFACtor? /qonly/ |
 :READ[:SCALar][:VOLTage]:FFACtor? /qonly/
 SHORT: UFF? /qonly/

ID: Uff	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Form Faktor der Spannung.

10.2.4.1.13.6 :FSCale?	FSU?	
-------------------------------	-------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:FSCale? /qonly/ |
 :READ[:SCALar][:VOLTage]:FSCale? /qonly/
 SHORT: FSU? /qonly/

ID: n/a	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest den Full Scale Wert der Spannung.

10.2.4.1.13.7 :MAXPk?	UMAX?	Upkp
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:MAXPk? /qonly/ |
 :READ[:SCALar][:VOLTage]:MAXPk? /qonly/
 SHORT: UMAX? /qonly/

ID: Upkp	Mode: Normal
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest die maximale Spannung.

10.2.4.1.13.8 :MINPk?	UMIN?	Upkn
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:MINPk? /qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:MINPk? /qonly/

SHORT: UMIN? /qonly/

ID:	Upkn	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	V	Group:	n/a

Liest die minimale Spannung.

10.2.4.1.13.9 :PHASe?	UPHI?	Uphi
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:PHASe? /qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:PHASe? /qonly/

SHORT: UPHI? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	°	Group:	n/a

Liest den Phasenwinkel der Spannung, so wie im Fresnel Diagram angezeigt.

10.2.4.1.13.10 :PPEak?	UPP?	Upp
-------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:PPEak? /qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:PPEak? /qonly/

SHORT: UPP? /qonly/

ID:	Upp	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	V	Group:	n/a

Liest den Spitze-Spitze Wert der Spannung.

10.2.4.1.13.11 :RECTify?	UREC?	Urect
---------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:RECTify? /qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:RECTify? /qonly/

SHORT: UREC? /qonly/

ID:	Urect	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	V	Group:	n/a

Liest den Gleichrichtwert der Spannung.

10.2.4.1.13.12 :RUSed?	OVRU?	OvrU
-------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:RUSed? /qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:RUSed? /qonly/

SHORT: OVru? /qonly/

ID:	OvrU	Mode:	alle
-----	------	-------	------

Type:	float	Suffix:	1...12
Value:	in %	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die prozentuale Aussteuerung des Meßkanals

10.2.4.1.13.13 [:TRMS?]	UTRMS?	Utrms
-------------------------	--------	-------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage][:TRMS]? /qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage][:TRMS]? /qonly/
SHORT: UTRMS? /qonly/

ID:	Utrms	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...14
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	V	Group:	n/a

Liest den Effektivwert der Spannung.

10.2.5 :FORMat Kommandos

Hier wird das Ausgabeformat eingestellt.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat → :DATA
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.5.1 :DATA	FRMT
----------------	------

SCPI: :FORMat:DATA/nquery/ <NRi>
SHORT: FRMT/nquery/ <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Definiert das Ausgabeformat der Daten. Der Parameter kann sein:

‘0’ oder ‘ASCII’ für ASCII Ausgaben [*RST default value]

‘1’ oder ‘PACKED’ für komprimierte Ausgaben.

Bei der komprimierten Ausgabe werden die Daten im ‘defined length arbitrary block response data’ Format ausgegeben. Wenn mehr Daten ausgegeben werden sollen, als die internen

Puffer fassen können, werden mehrere Blöcke direkt hintereinander gehängt. Es können prinzipiell nur 3 Datentypen in der Antwort auftauchen: Strings, long-Zahlen (4Byte) und float-Zahlen (4Byte). Die numerischen Datentypen werden so übertragen, daß sie direkt im PC abgespeichert werden können. Die Zahl 0x11223344 wird bei der Übertragung in der Reihenfolge 0x44 0x33 0x22 0x11 übertragen. Dies entspricht der Art, wie Intel Prozessoren intern die Daten speichern. Wenn man also eine solche Zahl einlesen möchte, kann man die einlaufenden Daten einfach per (char) Pointer vom Eingangspuffer in die Variable für die Zahl kopieren.

Das Ausgabeformat wechselt erst am Ende der Program Message!

10.2.6 :INITiate Kommandos

Hier kann man spezielle Aktionen starten und stoppen.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate → :CONTinuous
:INPut      :COPY
:INSTrument :IMMediate
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.6.1 :CONTinuous CONT

SCPI: :INITiate:CONTinuous <NRi>
SHORT: CONT <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Dieses Kommando aktiviert oder deaktiviert eine kontinuierliche Verarbeitung des mit :TRIGger:ACTion oder ACTN definierten Ausdrucks. Es sollten nur :FETCh Kommandos benutzt werden, da bei einer aktivierten Verarbeitung automatisch ein :INITiate:IMMediate am Ende jedes Meßzyklus durchgeführt wird.

Parameter:

‘ON’ oder ‘1’ aktiviert die Bearbeitung

‘OFF’ oder ‘0’ deaktiviert die Bearbeitung [*RST default value]

Die Normen definieren, daß der aktivierte Zustand nur über ein device clear Kommando an das Interface beendet werden kann. Das funktioniert auch bei diesem Meßgerät so. Zusätzlich kann man aber auch ein :INITiate:CONTinuous OFF oder CONT OFF schicken.

10.2.6.2 :COPY	COPY
-----------------------	-------------

SCPI: :INITiate:COPY/nquery/
SHORT: COPY/nquery/

ID: n/a	Mode: alle
Type: n/a	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Die Meßwerte im Interfacepuffer werden sofort aktualisiert, und nicht am Ende des Meßzyklus (siehe auch 10.2.6.3, ‘:IMMediate INIM’).

10.2.6.3 :IMMediate	INIM
----------------------------	-------------

SCPI: :INITiate:IMMediate/nquery/
SHORT: INIM/nquery/

ID: n/a	Mode: alle
Type: n/a	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Die Meßwerte im Interfacepuffer werden aktualisiert. Generell mißt das Meßgerät kontinuierlich. Nach jedem Meßzyklus werden die Werte in den Anzeigepuffer kopiert. Die Werte, die mittels der :FETCh Kommandos ausgelesen werden, werden dem Interfacepuffer entnommen. Dieser wird immer dann mit den aktuellen Meßwerten versorgt, wenn das INIM Kommando bearbeitet wird. Dadurch ist sichergestellt, daß alle Werte, die nacheinander mit :FETCh Kommandos abgerufen werden, aus einem Meßzyklus stammen und zueinander passen.

Bitte beachten!

Die Ausführung dieses Kommandos dauert bis zum Ende des aktuellen Meßzyklus. Je nach Zykluszeit kann das entsprechend lange dauern. Dies ist vor allem bei der Benutzung eines Time-Out zu beachten, wenn man auf den nächsten Meßwert wartet!

Folgende Regeln sollten beachtet werden

1. Immer nur ein INIM pro Nachricht zum Gerät benutzen.
2. Ein zweites INIM sollte erst geschickt werden, wenn die Anforderungen des ersten beantwortet sind

10.2.7 :INPut Kommandos

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
::INPut → :COUPling
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.7.1 :COUPling SCPL

SCPI: :INPut:COUPling <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: SCPL <NRi>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Normal, HARM100
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Einstellung für die Signalkopplung. Erlaubte Werte sind:

‘0’ oder ‘ACDC’ für AC+DC Kopplung [*RST default value]

‘1’ für AC Kopplung

10.2.8 :INSTrument Kommandos

Hier werden grundlegende Geräteeinstellungen vorgenommen.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
::INSTrument → :SElect
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.8.1 :SElect MODE

SCPI: :INSTrument:SElect <NRi>
 SHORT: MODE <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...4	List:	n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest und setzt dem Meßmodus:

‘0’ oder ‘NORML’ für normalen Meßmodus [*RST default value]

‘1’ oder ‘CEHRM’ für CE Harmonischen Modus

‘2’ oder ‘CEFLK’ für CE Flicker Modus

‘3’ oder ‘HRMHUN’ für 100 Harmonischen Modus

‘4’ oder ‘TRANS’ für Transientenmodus

Hinweis

Die Ausführung dieses Kommandos kann bis zu einigen Sekunden dauern. Das LMG arbeitet intern mit einer Watchdog-Schaltung. Damit diese Schaltung nicht anspricht, sollte der ‘MODE x’ das einzige Kommando einer Nachricht sein. Nur ein ‘*OPC?’ kann angehängt werden, um eine Antwort zu bekommen, wenn der Befehl fertig ist (‘MODE x;*OPC?’).

10.2.9 :MEMory Kommandos

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
::MEMory → :FREeze
:READ      :SSIZe
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.9.1 :FREeze

FRZ

SCPI: :MEMory:FREeze <NRi>

SHORT: FRZ <NRi>

ID: n/a
Type: long int
Value: 0, 1
Unit: n/a

Mode: alle
Suffix: n/a
List: n/a
Group: n/a

Einfrieren des Scope Speichers. Die Oszilloskopfunktion verfügt über so viel Speicher, daß dieser nicht in den Interfacepuffer kopiert werden kann. Aus diesem Grunde sollte man FRZ auf ON setzen, wenn man die Abtastwerte auslesen möchte. Parameter:

‘ON’ oder ‘1’ aktiviert den Modus

‘OFF’ oder ‘0’ deaktiviert den Modus [*RST default value]

10.2.9.2 :SSIZE GMEM

SCPI: :MEMory:SSIZE /qonly/
 SHORT: GMEM /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 2^{16} , 2^{22} , 2^{23}	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Größe des Speichers für die Abtastwerte aus.

10.2.10 :SENSe Kommandos

10.2.10.1 :AINPut

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut →      :FSCale
:SOURce       :ARON          :ZERO
:STATus       :AVERage
:SYSTem       :CURRent
:TRIGger      :FILTer
              :FINPut
              :FLICker
              :HARMonics
              :INTegral
              :SWEep
              :TRANsient
              :VOLTage
              :WAVEform
              :WIRing
              :ZPREject
```

10.2.10.1.1 :FSCale AIHI

SCPI: :SENSe:AINPut:FSCale <NRf>
 SHORT: AIHI <NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...8
Value:	n/a, [*RST default value] = 10	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt den Full Scale des Analog Eingangs.

10.2.10.1.2 :ZERO AILO

SCPI: :SENSe:AINPut:ZERO <NRf>
 SHORT: AILO <NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...8
Value:	n/a, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt den Nullpunkt des Analog Eingangs.

10.2.10.2 :ARON ARON

SCPI: :SENSe:ARON <NRi>
 SHORT: ARON <NRi>

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Setzt und liest, ob die Aron-Schaltung benutzt werden soll. Folgende Werte sind erlaubt.

- 0: Die Aronschaltung wird nicht benutzt.
- 1: Die Aronschaltung wird benutzt, [*RST default value].

10.2.10.3 :AVERage

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe → :AINPut
:SOURce :ARON
:STATus :AVERage → :COUNT
:SYSTem :CURRent
:TRIGger :FILTer
          :FINPut
          :FLICKer
          :HARMonics
          :INTegral
          :SWEep
          :TRANsient
          :VOLTage
          :WAVEform
          :WIRing
          :ZPREject

```

10.2.10.3.1 :COUNT AVER Aver

SCPI: :SENSe:AVERage:COUNT <NRi>
 SHORT: AVER <NRi>

ID:	Aver	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	1...999, [*RST default value] = 1	List:	n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest und setzt die Mittelung.**10.2.10.4 :CURRent**

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce        :ARON
:STATus        :AVERage
:SYSTem        :CURRent →      :DETEctor
:TRIGger       :FILTer         :IDENtify
               :FINPut         :RANGe
               :FLICKer        :SCALe
               :HARMonics
               :INTEgral
               :SWEep
               :TRANsient
               :VOLTage
               :WAVEform
               :WIRing
               :ZPREject

```

10.2.10.4.1 :DETEctor IEXT

SCPI: :SENSe:CURRent:DETEctor <NRi>
 SHORT: IEXT <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt die Einstellung für den internen/externen Stromeingang:

‘0’ oder ‘INT’ für internen Stromeingang [*RST default value]

‘1’ oder ‘EXT’ für externen Stromeingang (Shunt-Spannungseingang)

10.2.10.4.2 :IDENtify? IDNI?

SCPI: :SENSe:CURRent:IDENtify? /qonly/
 SHORT: IDNI? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	string	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Identifizierung eines Stromsensors.

10.2.10.4.3 :RANGe

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce        :ARON
:STATus        :AVERage
:SYSTem        :CURRent →      :DETEctor
:TRIGger       :FILTer         :IDENtify
               :FINPut         :RANGe →      :AUTO
               :FLICKer        :SCALE        :LINTern
               :HARMonics      [:UPPer]
               :INTEgral
               :SWEep
               :TRANSient
               :VOLTage
               :WAVEform
               :WIRing
               :ZPREject

```

10.2.10.4.3.1 :AUTO

IAM

SCPI: :SENSe:CURRent:RANGe:AUTO <NRi>
 SHORT: IAM <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	1...4
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt den Autorange Status des Stromes.

‘0’ oder ‘MANUAL’ für manuellen Meßbereich

‘1’ oder ‘AUTO’ für automatischen Meßbereich [*RST default value]

10.2.10.4.3.2 :LINTern?

IILS?

SCPI: :SENSe:CURRent:RANGe:LINTern?/qonly/
 SHORT: IILS/qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...4
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	A	Group:	n/a

Liest eine Liste mit den vorhandenen Meßbereichen. Man bekommt mehrere float-Zahlen zurück. Die Erste gibt die Anzahl der Nachfolgenden an, die weiteren stehen für die Meßbereiche. Die Zahlen sind mit Komma getrennt!

Wenn externe Meßbereiche gewählt sind, kommen diese zurück.

10.2.10.4.3.3 [:UPPer]	IRNG	Rngl
-------------------------------	-------------	-------------

SCPI: :SENSe:CURRent:RANGe[:UPPer] <NRf>
 SHORT: IRNG <NRf>

ID: Rngl	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: A	Group: n/a

Liest und setzt dem Meßbereich des Stromkanals. Der Parameter ist der Nennwert des jeweiligen Meßbereichs.

10.2.10.4.4 :SCALE	ISCA	Iscal
---------------------------	-------------	--------------

SCPI: :SENSe:CURRent:SCALE <NRf>
 SHORT: ISCA <NRf>

ID: Iscal	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a, [*RST default value] = 1	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt die Skalierung des Stromkanals.

10.2.10.5 :FILTer

10.2.10.5.1 :AFILter	FAAF
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:FILTer:AFILter <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: FAAF <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a	Mode: HARM100
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0, 1	List: n/a
Unit: n/a	Group: optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Anti-Aliasing-Filter Einstellungen:

0: Anti Aliasing Filter manuell setzbar (mit FILT)

1: Anti Aliasing Filter wird automatisch gesetzt [*RST default value]

10.2.10.5.2 [:LPASs]

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe → :AINPut
:SOURce :ARON
  
```

```

:STATus      :AVERage
:SYSTem      :CURRent
:TRIGger     :FILTer →      [:LPASS] →      [:STATe]
              :FINPut
              :FLICker
              :HARMonics
              :INTEgral
              :SWEep
              :TRANsient
              :VOLTage
              :WAVeform
              :WIRing
              :ZPREject

```

10.2.10.5.2.1 [:STATe]

FILT

SCPI: :SENSe:FILTer[:LPASS][:STATe] <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: FILT <NRi>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Normal, Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Filtereinstellungen:

- 0: Filter aus
- 1: HF-Rejection Filter an [*RST default value]
- 2: Tiefpaß '2kHz' an
- 3: Tiefpaß '9.2kHz' an
- 4: Tiefpaß '60Hz' an
- 5: Tiefpaß '18kHz' an
- 6: Tiefpaß '6kHz' an
- 7: Tiefpaß '2.8kHz' an
- 8: Tiefpaß '1.4kHz' an
- 9: Tiefpaß '700Hz' an
- 10: Tiefpaß '350Hz' an
- 11: Tiefpaß '175Hz' an
- 12: Tiefpaß '87.5Hz' an
- 13: Tiefpaß '30Hz' an

10.2.10.6 :FINPut

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce       :ARON

```

```

:STATus      :AVERage
:SYSTem      :CURRent
:TRIGger     :FILTer
              :FINPut →      :SCALe
              :FLICKer
              :HARMonics
              :INTEgral
              :SWEep
              :TRANsient
              :VOLTage
              :WAVEform
              :WIRing
              :ZPREject

```

10.2.10.6.1 :SCALE**DIFS**

SCPI: :SENSe:FINPut:SCALE <NRf>
 SHORT: DIFS <NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...2
Value:	n/a, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt die Skalierung des Frequenzeingangs.

10.2.10.7 :FLICKer

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce       :ARON
:STATus      :AVERage
:SYSTem      :CURRent
:TRIGger     :FILTer
              :FINPut
              :FLICKer →      :PERiods
              :HARMonics      :STIMe
              :INTEgral
              :SWEep
              :TRANsient
              :VOLTage
              :WAVEform
              :WIRing
              :ZPREject

```

10.2.10.7.1 :PERiods**FLPS****FlkPer**

SCPI: :SENSe:FLICKer:PERiods <NRf>
 SHORT: FLPS <NRf>

ID:	FlkPer	Mode:	Flicker
Type:	float	Suffix:	n/a

Value: n/a, [*RST default value] = 12
Unit: n/a

List: n/a
Group: n/a

Liest und setzt die Periodenzahl bei der Flickermessung.

10.2.10.7.2 :STIMe

FTIM

SCPI: :SENSe:FLICkeR:STIMe <NRf>
SHORT: FTIM <NRf>

ID: n/a
Type: long int
Value: n/a, [*RST default value] = 600
Unit: s

Mode: Flicker
Suffix: n/a
List: n/a
Group: n/a

Liest und setzt die Zeit für Flicker-Kurzzeitmessungen.

10.2.10.8 :HARMonics

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe → :AINPut
:SOURce :ARON
:STATus :AVERage
:SYSTem :CURRent
:TRIGger :FILTer
          :FINPut
          :FLICkeR
          :HARMonics → :FDIV
                  :INTEgral :REFerence
                  :SWEep :SMOoth
                  :TRANsient :TIME
                  :VOLTage
                  :WAVEform
                  :WIRing
                  :ZPREject
```

10.2.10.8.1 :FDIV

FDIV

SCPI: :SENSe:HARMonics:FDIV <NRi>[,<NRi>]
SHORT: FDIV <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a
Type: float
Value: 1...50, [*RST default value] = 1
Unit: n/a

Mode: HARM100
Suffix: n/a
List: n/a
Group: optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt das Frequenzteilerverhältnis.

10.2.10.8.2 :ISart	HNRZ
---------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:HARMonics:ISart <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: HNRZ <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a	Mode: prCE
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0...1000	List: n/a
Unit: n/a	Group: optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Nummer der Interharmonischen, ab der die Analyse beginnt.

10.2.10.8.3 :REference	HREF
-------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:HARMonics:REference <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: HREF <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a	Mode: HARM100
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0, 1, 20	List: n/a
Unit: n/a	Group: optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Referenz der Harmonischen und des Fresnel Diagramms. Sie legt fest, ob der Grundschwingungsphasenwinkel von Strom, Spannung oder der Sync-Quelle auf 0° gesetzt wird:

‘0’ für U als Referenz [*RST default value]
 ‘1’ für I als Referenz
 ‘20’ für „None“ (=sync-Quelle) als Referenz

10.2.10.8.4 :SMOoth	SMOO
----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:HARMonics:SMOoth <NRi>
 SHORT: SMOO <NRi>

ID: n/a	Mode: prCE
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0, 1	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt den Status der Mittelung der Harmonischen:

‘0’ oder ‘OFF’ für direkte Messung [*RST default value]
 ‘1’ oder ‘ON’ für gemittelte Messung

10.2.10.8.5 :TIME	HTIM
--------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:HARMonics:TIME <NRf>
 SHORT: HTIM <NRf>

ID: n/a	Mode: prCE
Type: long int	Suffix: n/a
Value: n/a, [*RST default value] = 150	List: n/a
Unit: s	Group: n/a

Liest und setzt die Meßzeit der Harmonischen.

10.2.10.9 :INTEgral

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce        :ARON
:STATus        :AVERage
:SYSTem        :CURRent
:TRIGger       :FILTer
               :FINPut
               :FLICker
               :HARMonics
               :INTEgral →  :DATE
               :SWEep       :INTERval
               :TRANsient   :MODE
               :VOLTage     :STATe
               :WAVEform    :TIME
               :WIRing
               :ZPREject
```

10.2.10.9.1 :DATE INTD

SCPI: :SENSe:INTEgral:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
 SHORT: INTD <NRf>,<NRf>,<NRf>

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Startdatum der Energiemessung. Beispiel: INTD 2003,02,09 setzt das Datum auf den 9. Februar 2003.

10.2.10.9.2 :INTERval INTI

SCPI: :SENSe:INTEgral:INTERval <NRi>
 SHORT: INTI <NRi>

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest und setzt das Zeitintervall der Energiemessung.

10.2.10.9.3 :MODE	INTM
--------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:INTEgral:MODE <NRi>
 SHORT: INTM <NRi>

ID: n/a	Mode: Normal
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0...4	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt den Integrationsmodus:

0=aus [*RST default value]

1=continuous

2=interval

3=periodic

4=summing

10.2.10.9.4 :STATE?	INTS?
----------------------------	--------------

SCPI: :SENSe:INTEgral:STATE? /qonly/
 SHORT: INTS? /qonly/

ID: n/a	Mode: Normal
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0...5	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest den Status der Energiemessung:

0=Reset

1=Wait

2=Start

3=Run

4=Stop

5=Hold

10.2.10.9.5 :TIME	INTT
--------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:INTEgral:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
 SHORT: INTT <NRf>,<NRf>,<NRf>

ID: n/a	Mode: Normal
Type: n/a	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt die Startzeit der Energiemessung. Beispiel: INTT 19,26,49 setzt die Zeit auf 19:26:49.

10.2.10.10 :RPValues**RPHV**

SCPI: :SENSe:RPValues <NRi>
 SHORT: RPHV <NRi>

ID:	n/a	Mode:	All
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Hiermit kann man die Anzeige von Phantomwerten unterdrücken:

- 0: Phantomwerte werden dargestellt
 1: Phantomwerte werden unterdrückt [*RST default value]

10.2.10.11 :SWEep

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe → :AINPut
:SOURce :ARON
:STATus :AVERage
:SYSTem :CURRent
:TRIGger :FILTer
          :FINPut
          :FLICker
          :HARMonics
          :INTegral
          :SWEep → :TIME
          :TRANsient
          :VOLTage
          :WAVEform
          :WIRing
          :ZPREject
```

10.2.10.11.1 :TIME**CYCL****Cycle**

SCPI: :SENSe:SWEep:TIME <NRf>
 SHORT: CYCL <NRf>

ID:	Cycle	Mode:	Normal
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	0, 0.05...60, [*RST default value] = 0.5	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest und setzt die Zykluszeit in Sekunden.

10.2.10.12 :TRANsient

```
:CALCulate
```

```

:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce       :ARON
:STATus       :AVERage
:SYSTem       :CURRent
:TRIGger      :FILTer
              :FINPut
              :FLICker
              :HARMonics
              :INTEgral
              :SWEep
              :TRANsient → :ACRegister
              :VOLTage     :CHANnels
              :WAVEform    :DURation
              :WIRing      :LIMita
              :ZPREject    :LIMitb
                          :OCRegister
                          :PRETrigger
                          :RTIME
                          :SIGNal
                          :SRDT
                          :SRDY
                          :SROVer

```

10.2.10.12.1 :ACRegister TACR

SCPI: :SENSe:TRANsient:ACRegister <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: TACR <NRi>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...127, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt das UND Register des Transientenmodus:

Bit 0: Slewrate wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 1: Win In wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 2: Win Out wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 3: >Limit1 wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 4: <Limit1 wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 5: >Limit2 wird bei gesetztem Bit geprüft
 Bit 6: <Limit2 wird bei gesetztem Bit geprüft

10.2.10.12.2 :ALIMit TLIA

SCPI: :SENSe:TRANsient:ALIMit <NRf>[,<NRi>]
 SHORT: TLIA <NRf>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
-----	-----	-------	-----------

Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	$\pm 1e9$, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [, <NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den Grenzwert 1 des Transientenmodus.

10.2.10.12.3 :BLIMit	TLIB
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANSient:BLIMit <NRf>[, <NRi>]
 SHORT: TLIB <NRf>[, <NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	$\pm 1e9$, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [, <NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den Grenzwert 2 des Transientenmodus.

10.2.10.12.4 :CHANnels	TRCH
-------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANSient:CHANnels <NRi>
 SHORT: TRCH <NRi>

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...4095, [*RST default value] = 4095	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt die Kanäle, die im Transientenmodus überwacht werden sollen. Da die Triggerbedingung nur für eine komplette Gruppe eingestellt werden kann, kann man einen Anzeigekanal einbeziehen (Bit = 1) oder von der Suche ausschließen (Bit = 0). Jedes Bit steht für einen Kanal:

Bit 0: Kanal 1

Bit 1: Kanal 2,

10.2.10.12.5 :DURation	TDUR
-------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANSient:DURation <NRf>[, <NRi>]
 SHORT: TDUR <NRf>[, <NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	$2 \cdot 10^{-5} \dots 10$, [*RST default value] = $2 \cdot 10^{-5}$	List:	n/a
Unit:	s	Group:	optional [, <NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Mindest-Ereignisdauer im Transientenmodus.

10.2.10.12.6 :OCRegister	TOCR
---------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANSient:OCRegister <NRi>[, <NRi>]
 SHORT: TOCR <NRi>[, <NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...127, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt das ODER Register des Transientenmodus.

Bit 0:	Slewrate wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 1:	Win In wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 2:	Win Out wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 3:	>Limit1 wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 4:	<Limit1 wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 5:	>Limit2 wird bei gesetztem Bit geprüft
Bit 6:	<Limit2 wird bei gesetztem Bit geprüft

10.2.10.12.7 :PRETrigger TPPE

SCPI: :SENSe:TRANSient:PRETrigger <NRf>
SHORT: TPPE <NRf>

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	0...100 in %, [*RST default value] = 50	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt den Pretrigger des Transientenmodus.

10.2.10.12.8 :RTIME TREC

SCPI: :SENSe:TRANSient:RTIME <NRf>
SHORT: TREC <NRf>

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	0.01...60, [*RST default value] = 0.5	List:	n/a
Unit:	s	Group:	n/a

Liest und setzt die Aufzeichnungsdauer.

10.2.10.12.9 :SIGNaL TSRC

SCPI: :SENSe:TRANSient:SIGNaL <NRf>[,<NRi>]
SHORT: TSRC <NRf>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	1, 3, 5...7, [*RST default value] = 5	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Trigger-Signalquelle:

1: i^2
 3: u^2
 5: i
 6: u
 7: p

10.2.10.12.10 :SRDT TDT

SCPI: :SENSe:TRANsient:SRDT <NRf>[,<NRi>]
 SHORT: TDT <NRf>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	$2 \cdot 10^{-5} \dots 1$, [*RST default value] = $2 \cdot 10^{-5}$	List:	n/a
Unit:	s	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den dt der Steilheit.

10.2.10.12.11 :SRDY TDU

SCPI: :SENSe:TRANsient:SRDY <NRf>[,<NRi>]
 SHORT: TDU <NRf>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den dy der Steilheit des eingestellten Signals.

10.2.10.12.12 :SROVER TDX

SCPI: :SENSe:TRANsient:SROVER <NRf>[,<NRi>]
 SHORT: TDX <NRf>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	1...15, [*RST default value] = 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>]; 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den over x Parameter.

10.2.10.13 :VOLTage

10.2.10.13.1 :IDENtify? IDNU?

SCPI: :SENSe:VOLTage:IDENtify? /qonly/
 SHORT: IDNU? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	string	Suffix:	1...4

Value: n/a
Unit: n/a

List: n/a
Group: n/a

Liest die Identifizierung eines Spannungssensors. Das LMG450 wird immer „No sensor input“ zurückgeben.

10.2.10.13.2 :RANGe

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce        :ARON
:STATus        :AVERage
:SYSTem        :CURRent
:TRIGger       :FILTer
               :FINPut
               :FLICkeR
               :HARMonics
               :INTegral
               :SWEep
               :TRANsient
               :VOLTage →      :IDENTify
               :WAVEform       :RANGe →      :AUTO
               :WIRing         :SCALE       :LINTern
               :ZPREject       [:UPPer]
```

10.2.10.13.2.1 :AUTO

UAM

SCPI: :SENSe:VOLTage:RANGe:AUTO <NRi>
SHORT: UAM <NRi>

ID: n/a
Type: long int
Value: 0, 1
Unit: n/a

Mode: alle
Suffix: 1...4
List: n/a
Group: n/a

Liest und setzt den Status des Autorange des Spannungskanals:

‘0’ oder ‘MANUAL’ für manuelle Meßbereichswahl.

‘1’ oder ‘AUTO’ für automatische Meßbereichswahl [*RST default value].

10.2.10.13.2.2 :LINTern?

UILS?

SCPI: :SENSe:VOLTage:RANGe:LINTern?/qonly/
SHORT: UILS?/qonly/

ID: n/a
Type: float
Value: n/a
Unit: V

Mode: alle
Suffix: 1...4
List: n/a
Group: n/a

Liest eine Liste mit den vorhandenen Meßbereichen. Man bekommt mehrere float-Zahlen zurück. Die Erste gibt die Anzahl der Nachfolgenden an, die weiteren stehen für die Meßbereiche. Die Zahlen sind mit Komma getrennt!

10.2.10.13.2.3 [:UPPer]	URNG	RngU
--------------------------------	-------------	-------------

SCPI: :SENSe:VOLTage:RANGe[:UPPer] <NRf>
 SHORT: URNG <NRf>

ID: RngU	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a	List: n/a
Unit: V	Group: n/a

Liest oder setzt den Meßbereich der Spannung. Als Parameter muß der Nennwert des Meßbereichs angegeben werden.

10.2.10.13.3 :SCALE	USCA	Uscal
----------------------------	-------------	--------------

SCPI: :SENSe:VOLTage:SCALE <NRf>
 SHORT: USCA <NRf>

ID: Uscal	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...4
Value: n/a, [*RST default value] = 1	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt die Skalierung der Spannungsmeßbereichs.

10.2.10.14 :WAVeform

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe → :AINPut
:SOURce :ARON
:STATus :AVERage
:SYSTem :CURRent
:TRIGger :FILTer
          :FINPut
          :FLICker
          :HARMonics
          :INTegral
          :SWEep
          :TRANsient
          :VOLTage
          :WAVeform → :CYCLes
          :WIRing :IUPDate
          :ZPREject :SATRigger
  
```

```

:SBTRigger
:SCTRigger
:SRATe
:SSAMples
:WAVE

```

10.2.10.14.1 :CYCLes GMUL

SCPI: :SENSe:WAVeform:CYCLes <NRi>
 SHORT: GMUL<NRi>

ID:	n /a	Mode:	Normal, Transient
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	1...999	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest oder setzt den Wert über den Wert, über wieviele Meßzyklen die Abtastwerte gespeichert werden sollen. Im Transientenmodus ist dieser Wert ein einfacher Abtastratenteiler.

10.2.10.14.2 :IUPDate SACT

SCPI: :SENSe:WAVeform:IUPDate/nquery/ [<NRi>]
 SHORT: SACT/nquery/ [<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Berechnet neue Informationen zu den aufgenommenen Abtastwerten. Vor diesem Kommandos sollte ein ':MEMory:FReeze ON' ausgeführt werden. Nach diesem Kommando kann man die aktualisierten Informationen mit ':SENS:WAV:SATR', ':SENS:WAV:SBTR' ':SENS:WAV:SSAM' und ':SENS:WAV:SCTR' abrufen.

10.2.10.14.3 :SATRigger? SATR?

SCPI: :SENSe:WAVeform:SATRigger? /qonly/ [<NRi>]
 SHORT: SATR? /qonly/ [<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest ein, wieviele Abtastwerte nach dem letzten Triggerzeitpunkt verfügbar sind. Siehe auch ':SENS:WAV:IUPD'.

10.2.10.14.4 :SBTRigger? SBTR?

SCPI: :SENSe:WAVeform:SBTRigger? /qonly/ [<NRi>]
 SHORT: SBTR? /qonly/ [<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest ein, wieviele Abtastwerte vor dem letzten Triggerzeitpunkt verfügbar sind. Siehe auch ‘:SENS:WAV:IUPD’.

10.2.10.14.5 :SCTRigger? SCTT?

SCPI: :SENSe:WAVeform:SCTRigger? /qonly/
 SHORT: SCTT? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...2 ³¹ -1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Abtastwertenummer zum Triggerzeitpunkt. Siehe auch ‘:SENS:WAV:IUPD’. Die Abtastwerte des Meßgerätes werden bis zu 2³¹-1 gezählt, dann wird wieder bei 0 angefangen. Siehe auch 10.2.4.1.2.2, ‘:SNUMber? SCTC?’

Man bekommt immer den Wert der Gruppe A!

10.2.10.14.6 :SRATe? GFRQ?

SCPI: :SENSe:WAVeform:SRATe? /qonly/
 SHORT: GFRQ? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Aufzeichnungsrate der Abtastwerte.

10.2.10.14.7 :SSAMples SSAM

SCPI: :SENSe:WAVeform:SSAMples <NRi>
 SHORT: SSAM <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	siehe unten	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt, welche Abtastwerte im Scopespeicher abgelegt sind. Siehe auch ‘:SENS:WAV:IUPD’. Der Parameter hat folgende Bedeutung:

Bit 3: i
 Bit 4: u
 Bit 5: p

Die Bits werden von 0 gezählt!

10.2.10.14.8 :WAVE?	WAVE?
----------------------------	--------------

SCPI: :SENSe:WAVEform:WAVE? /qonly/ <NRi>,<list>
 SHORT: WAVE? /qonly/ <NRi>,<list>

ID: n/a	Mode: alle
Type: float	Suffix: 1...12
Value: n/a	List: siehe unten
Unit: n/a	Group: n/a

Vor Nutzung dieses Kommandos sollte der Abtastwertespeicher mit :MEMory:FReeze gespeichert werden, um Datenverluste während längerer Übertragungszeiten zu vermeiden. Liest die Abtastwerte des Signals aus, das mit <NRi> spezifiziert ist. Dies ist eine Zahl mit folgender Bedeutung:

4: i
 5: u
 6: p

Der kleinste erlaubte Wert in <list> ist der mit ':SENSe:WAVEform:SBTRigger?' ausgelesene, der größte der mit ':SENSe:WAVEform:SATRigger?' ermittelte.

10.2.10.15 :WIRing	WIRE
---------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:WIRing <NRi>
 SHORT: WIRE <NRi>

ID: n/a	Mode: Normal, HARM100, Transient
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0...7	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Liest und setzt die Anschaltung (das Wiring) des LMG. Folgende Werte sind erlaubt (3-7 nur, wenn die Option L45-O6 (Stern-Dreieck-Umrechnung) installiert ist):

0: Wiring '4+0'
 1: Wiring '3+1' [*RST default value]
 2: Wiring '2+2'
 3: Wiring '3+1, U*I*->UΔIΔ'
 4: Wiring '3+1, UΔI*->UΔIΔ'
 5: Wiring '3+1, UΔI*->U*I*'
 6: Wiring '2+2 UΔI*->UΔIΔ'
 7: Wiring '2+2, UΔI*->U*I*'

10.2.10.16 :ZPReject	ZSUP
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:ZPReject <NRi>
 SHORT: ZSUP <NRi>

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Hiermit kann man die Nullpunktunterdrückung aufheben. Die long-Zahl hat folgende Bedeutung:

- 0: Nullpunktunterdrückung ist ausgeschaltet
- 1: Nullpunktunterdrückung ist eingeschaltet [*RST default value]

10.2.11 :SOURce Kommandos

10.2.11.1 :DIGital

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce → :DIGital → :CONDition
:STATus      :VOLTagE      :LIMit
:SYSTem      :VALue
```

10.2.11.1.1 :CONDition DOCO

SCPI: :SOURce:DIGital:CONDition <NRi>
 SHORT: DOCO <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	1...8
Value:	0...3, [*RST default value] = 0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt die Auswertebedingung des Digitalausgang:

- 0: off
- 1: on
- 2: >=
- 3: <

10.2.11.1.2 :LIMit DOLI

SCPI: :SOURce:DIGital:LIMit <NRf>
 SHORT: DOLI <NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	float	Suffix:	1...8
Value:	n/a, [*RST default value] = 0	List:	n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest oder setzt die Grenzwerte für die Digitalausgänge.

10.2.11.1.3 :VALue**DOIX**

SCPI: :SOURce:DIGital:VALue <string>

SHORT: DOIX <string>

ID: n/a

Mode: alle

Type: string

Suffix: 1...8

Value: n/a, [*RST default value] = 'Utrms'

List: n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest und setzt den Werte der Digitalausgänge. Als <string> muß man den gleichen Text eingeben, den man auch direkt am Gerät eingegeben hätte, also eine gültige ID!

10.2.11.2 :VOLTage**10.2.11.2.1 :SCALE**

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce → :DIGital
:STATus → :VOLTage → :SCALE → :FSCale
:SYSTem → :VALue → :ZERO
:TRIGger

```

10.2.11.2.1.1 :FSCale**AOHI**

SCPI: :SOURce:VOLTage:SCALE:FSCale <NRf>

SHORT: AOHI <NRf>

ID: n/a

Mode: alle

Type: float

Suffix: 1...8

Value: n/a, [*RST default value] = 10

List: n/a

Unit: n/a

Group: n/a

Liest und setzt den Full Scale der Analogausgänge.

10.2.11.2.1.2 :ZERO**AOLO**

SCPI: :SOURce:VOLTage:SCALE:ZERO <NRf>

SHORT: AOLO <NRf>

ID: n/a

Mode: alle

Type: float

Suffix: 1...8

Value: n/a, [*RST default value] = 0
Unit: n/a

List: n/a
Group: n/a

Liest und setzt den Nullpunkt der Analogausgänge.

10.2.11.2.2 :VALue

AOIX

SCPI: :SOURce:VOLTage:VALue <string>
SHORT: AOIX <string>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	string	Suffix:	1...8
Value:	n/a, [*RST default value] = „Utrms“	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt den Werte der Analogausgänge. Als <string> muß man den gleichen Text eingeben, den man auch direkt am Gerät eingegeben hätte, also eine gültige ID!

10.2.12 :STATus Kommandos

10.2.12.1 :OPERation

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus → :OPERation → :CONDition
:SYSTem      :PRESet      :ENABle
:TRIGger     :QUEStionable [:EVENT]
               :NTRansition
               :PTRansition
```

10.2.12.1.1 :CONDition?

SOC?

SCPI: :STATus:OPERation:CONDition? /qonly/
SHORT: SOC? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Operation Status Condition Register.

10.2.12.1.2 :ENABle

SOEN

SCPI: :STATus:OPERation:ENABle

SHORT: SOEN

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Operation Status Enable Register.

10.2.12.1.3 [:EVENT]? SOE?

SCPI: :STATus:OPERation[:EVENT]? /qonly/
SHORT: SOE? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Operation Status Event Register und löscht es.

10.2.12.1.4 :NTRansition SONT

SCPI: :STATus:OPERation:NTRansition
SHORT: SONT

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Operation Status Negative Transition Register.

10.2.12.1.5 :PTRansition SOPT

SCPI: :STATus:OPERation:PTRansition
SHORT: SOPT

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Operation Status Positive Transition Register.

10.2.12.2 PRESet PRES

SCPI: :STATus:PRESet/nquery/
SHORT: PRES/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Die Operation und Query Register werden mit Defaultwerten geladen. Die p-Transition Register werden mit 0x7FFF, die n-Transition Register mit 0x0000 und die Enable Register ebenfalls mit 0x0000 gefüllt.

10.2.12.3 :QUESTionable

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus → :OPERation
:SYSTem   :PRESet
:TRIGger  :QUESTionable → :CONDition
                                     :ENABle
                                     [:EVENT]
                                     :NTRansition
                                     :PTRansition
```

10.2.12.3.1 :CONDition? SQC?

SCPI: :STATus:QUESTionable:CONDition? /qonly/
SHORT: SQC? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Questionable Status Condition Register.

10.2.12.3.2 :ENABle SQEN

SCPI: :STATus:QUESTionable:ENABle
SHORT: SQEN

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Questionable Status Enable Register.

10.2.12.3.3 [:EVENT]? SQE?

SCPI: :STATus:QUESTionable[:EVENT]? /qonly/
SHORT: SQE? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest das Questionable Status Event Register und löscht es.

10.2.12.3.4 :NTRansition SQNT

SCPI: :STATus:QUEStionable:NTRansition
SHORT: SQNT

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Questionable Status Negative Transition Register.

10.2.12.3.5 :PTRansition SQPT

SCPI: :STATus:QUEStionable:PTRansition
SHORT: SQPT

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...65535	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Questionable Status Positive Transition Register.

10.2.13 :SYSTem Kommandos

10.2.13.1 :BEEPer

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer → :IMMediate
:TRIGger
:DATE
:ERRor
:HELP
:KEY
:LANGuage
:OPTion
:PHEADER
:TIME
```

:VERSion

10.2.13.1.1 :IMMediate**BEEP**

SCPI: :SYSTem:BEEPer:IMMediate/nquery/
 SHORT: BEEP/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Veranlaßt den internen Summer einen kurzen Ton auszugeben.

10.2.13.2 :DATE**DATE**

SCPI: :SYSTem:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
 SHORT: DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt das Systemdatum. Das Format ist DATE yyyy,mm,dd. Beispiel: DATE 2011,02,09 setzt das Datum auf den 9. Februar 2011.

10.2.13.3 :ERRor

Die folgenden Fehler können auftreten:

Nr.	Name	Mögliche Ursache, Abhilfe
8	Overrun error at CONT ON	Zu viele Werte wurden in zu kurzer Zeit angefordert
7	Nested TRIGger:ACTIon not allowed	TRIGger:ACTIon ist innerhalb eines TRIGger:ACTIon nicht erlaubt
6	Action Buffer Overrun	Zu viele Anforderungen nach einem TRIGger:ACTIon Kommando
5	Command header error; (or maybe wrong path before)	Befehle existiert nicht, Schreibfehler oder falscher SCPI Pfad
4	Formatter output has overrun	Interner Fehler, bitte mit ZES in Verbindung setzen
2	Parser output has overrun	Interner Fehler, bitte mit ZES in Verbindung setzen
1	Parser deadlocked	Interner Fehler, bitte mit ZES in Verbindung setzen
0	No error	Kein Fehler
-101	Invalid character	Die '(' oder ')' fehlt bei einer <list>
-103	Invalid separator	Falsches Trennzeichen anstatt des erwarteten (';', ';;', ':', '<EOS>', ...)
-110	Command header error	Befehle existiert nicht oder Schreibfehler

Nr.	Name	Mögliche Ursache, Abhilfe
-113	Undefined header	Es gibt kein Default Kommando um den Header automatisch zu komplettieren. Bitte vollständiges Kommando eingeben
-120	Numeric data error	Eine Zahl wurde erwartet, aber nicht geschickt
-123	Exponent too large	Exponent ist > 37
-124	Too many digits	Zahl hat mehr als 9 Stellen
-131	Invalid suffix	Suffix (Kanalnummer) zu groß oder zu klein
-150	String data error	Das “” fehlt
-221	Settings conflict	Wert setzen im Moment nicht möglich. Zum Beispiel ein Meßbereichswechsel während der Autorange aktiv ist
-222	Data out of range	Zeigt ungültige <list> Parameter an
-224	Illegal parameter value	Zeigt ungültigen Parameter an, z.B. (nicht vorhandener) Meßmodus 27
andere	Illegal error, please inform your supplier	Fehler in der internen Fehlerkontrolle. Bitte mit ZES in Verbindung setzen

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
          :ERRor → :ALL
          :HELP    :COUNt
          :KEY      [:NEXT]
          :LANGuage
          :OPTion
          :PHEADER
          :TIME
          :VERSion

```

10.2.13.3.1 :ALL? ERRALL?

SCPI: :SYSTem:ERRor:ALL? /qonly/
 SHORT: ERRALL? /qonly/

ID: n/a
 Type: n/a
 Value: n/a
 Unit: n/a

Mode: alle
 Suffix: n/a
 List: n/a
 Group: n/a

Liest alle Fehlermeldungen aus, inklusive Fehlernummer und Fehlerbeschreibung, getrennt durch Kommata.

10.2.13.3.2 :COUNT?**ERRCNT?**

SCPI: :SYSTem:ERRor:COUNT? /qonly/
 SHORT: ERRCNT? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die Anzahl der Fehler in der Error/Event Queue.

10.2.13.3.3 [:NEXT]?**ERR?**

SCPI: :SYSTem:ERRor[:NEXT]? /qonly/
 SHORT: ERR? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest den ältesten Eintrag aus der Error/Event Queue, inklusive Fehlernummer und Fehlerbeschreibung, getrennt durch Kommata.

10.2.13.4 :HELP

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
          :ERRor
          :HELP → :HEADers
          :KEY   :SHEADers
          :LANGuage
          :OPTion
          :PHEADER
          :TIME
          :VERSion
```

10.2.13.4.1 :HEADers?**HEAD?**

SCPI: :SYSTem:HELP:HEADers? /qonly/
 SHORT: HEAD? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest eine Liste aller SCPI Kommandos. Diese Liste wird als <defined length arbitrary block response data> zurückgegeben. Da dieses Kommando ein sehr spezielles Ausgabeformat hat, sollte es nur alleine benutzt werden.

10.2.13.4.2 :SHEaders?**SHEAD?**

SCPI: :SYSTem:HELP:SHEaders? /qonly/ [<NRi>]
 SHORT: SHEAD? /qonly/ [<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest eine Liste aller SHORT Kommandos. Diese Liste wird als <defined length arbitrary block response data> zurückgegeben. Da dieses Kommando ein sehr spezielles Ausgabeformat hat, sollte es nur alleine benutzt werden.

Wenn der optionale NRi '0' ist, erfolgt die Ausgabe nach dem SCPI Standard. Bei einer '1' kommen zusätzliche Informationen im format 'x;y t':

x, wenn angegeben, ist der maximale Suffix

;y, wenn angegeben, ist der maximale Index

t, wenn angegeben, ist der Datentyp

10.2.13.5 :KEY**KEY**

SCPI: :SYSTem:KEY <NRi>
 SHORT: KEY <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Fragt die zuletzt gedrückte Taste ab oder simuliert einen Tastendruck. Die Tasten haben folgende Codenummern:

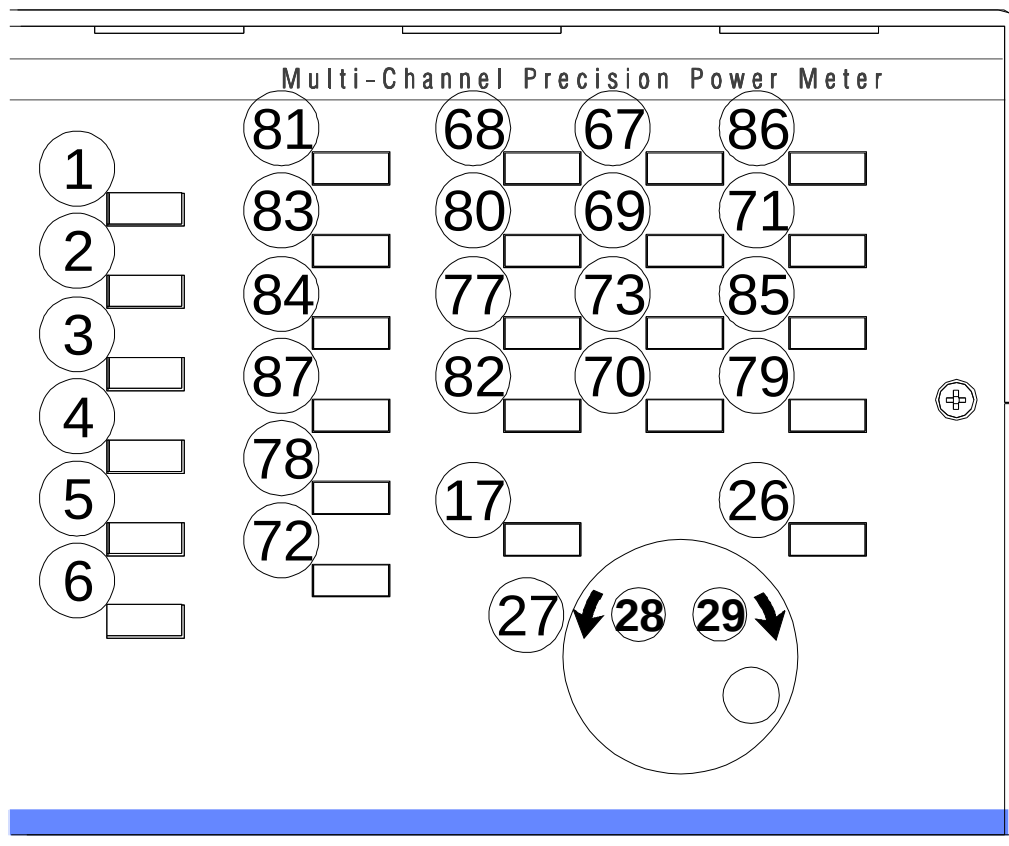


Bild 40: Tastencodes

Der Drehknopf kann nur gesetzt, nicht jedoch abgefragt werden.

10.2.13.6 :LANGuage LANG

SCPI: :SYSTem:LANGuage/nquery/ <NRi>
 SHORT: LANG/nquery/ <NRi>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0, 1	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Wechselt den Kommandosatz. Parameter kann sein:

‘0’ oder ‘SCPI’ um zu den SCPI Kommandos zu gelangen

‘1’ oder ‘SHORT’ um zu den SHORT Kommandos zu gelangen

Der neue Kommandosatz wird ab dem nächsten Kommando benutzt.

Es gibt keinen *RST default value! Beim Einschalten ist die Sprache immer SCPI. Ein device clear oder ein BREAK setzen die Sprache ebenfalls auf SCPI.

10.2.13.7 :OPTions? OPTN?

SCPI: :SYSTem:OPTions? /qonly/
 SHORT: OPTN/qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	$2^{23}-1$	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest die im Gerät installierten Optionen aus.. Der Rückgabewert ist eine long-Zahl bei der die Bits folgende Bedeutung haben (gesetztes Bit = Option installiert):

Bit 0: COM A Interface
 Bit 1: COM B Interface
 Bit 2: Printer Interface
 Bit 3: IEEE488.2 Interface
 Bit 4: Memory-Card Laufwerk
 Bit 5: Floppy disk Laufwerk
 Bit 6: Prozeßsignal-Schnittstelle 1
 Bit 7: Prozeßsignal-Schnittstelle 2
 Bit 8: Flicker
 Bit 9: Harm100
 Bit 10: Transienten
 Bit 11: Speichererweiterung
 Bit 16: Verkettete Werte, Stern-Dreieck Umrechnung

10.2.13.8 :PHeader	PHDR
---------------------------	-------------

SCPI: :SYSTem:PHeader <string program data>
 SHORT: PHDR <string program data>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	string	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Setzt oder liest den Drucker-Header (Vorspann). Bei *RST wird dieser Wert gelöscht.

Beispiel:

PHDR „Hallo“

würde dazu führen, daß vor jedem Ausdruck „Hallo“ ausgegeben wird.

10.2.13.9 :TIME	TIME
------------------------	-------------

SCPI: :SYSTem:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
 SHORT: TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Liest und setzt die Systemzeit. Das Format ist TIME hh,mm,ss. Beispiel: TIME 10,26,46 setzt die Zeit auf 10:26:46.

10.2.13.10 :VERSion?**VER?**

SCPI: :SYSTem:VERSion? /qonly/
SHORT: VER? /qonly/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	1999.0	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Gibt die implementierte SCPI Version zurück (immer '1999.0').

10.2.14 :TRIGger Kommandos

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
              :ICURrent
              :INTerval
              [:SEQuence]
```

10.2.14.1 :ACTion**ACTN**

SCPI: :TRIGger:ACTion/nquery/
SHORT: ACTN/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Definiert eine Aktion, die ausgeführt werden soll, wenn :INIT:CONT auf ON gesetzt ist und ein Trigger Event auftritt. Alle Kommandos, die nach dem ';' hinter ':TRIG:ACT' bis zum Ende der Program Message folgen werden dann ausgeführt.

Beispiel: ACTN;UTRMS?;ITRMS?

Hiermit wird definiert, daß bei jedem Triggerereignis im :INIT:CONT ON Status die Effektivwerte von Spannung und Strom ausgegeben werden. Siehe auch 10.2.6.1,

‘:CONTInuous CONT’. Das gleiche Beispiel in SCPI Syntax wäre:
:TRIG:ACT;:FETC:TRMS?;:FETC:CURR:TRMS?

Es gibt keinen *RST default value!

10.2.14.2 :ICURrent IINC

SCPI: :TRIGger:ICURrent/nquery/
SHORT: IINC/nquery/

ID:	n/a	Mode:	alle
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Löst eine Messung des Anlaufstromes aus. Der Wert des Anlaufstromes wird auf 0A zurückgesetzt. Siehe auch 10.2.4.1.1.6

10.2.14.3 :INTerval

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
           :ICURrent
           :INTerval → :RESet
           [:SEQUence] :STARt
                   :STOP
```

10.2.14.3.1 :RESet RESET

SCPI: :TRIGger:INTerval:RESet/nquery/
SHORT: RESET/nquery/

ID:	n/a	Mode:	Normal
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Setzt die Energiemessung zurück.

10.2.14.3.2 :STARt START

SCPI: :TRIGger:INTerval:STARt/nquery/
SHORT: START/nquery/

ID:	n/a	Mode:	Normal, prCE, Flicker, Transient
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Startet die zeitabhängige Messung (Energie, Flicker, ...).

10.2.14.3.3 :STOP STOP

SCPI: :TRIGger:INTerval:STOP/nquery/
SHORT: STOP/nquery/

ID:	n/a	Mode:	Normal, prCE, Flicker, Transient
Type:	n/a	Suffix:	n/a
Value:	n/a	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	n/a

Stoppt die zeitabhängige Messung (Energie, Flicker, ...).

10.2.14.4 [:SEQuence]

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
             :ICURrent
             :INTerval
             [:SEQuence] → :COUPle
                           :EXTend
                           :SOURce
```

10.2.14.4.1 :COUPle COUPL

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:COUPle <NRi>[,<NRi>]
SHORT: COUPL <NRi>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Normal, HARM100, Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	siehe unten	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Kopplung für die Triggerung (Synchronisation). Zulässige Wert sind:

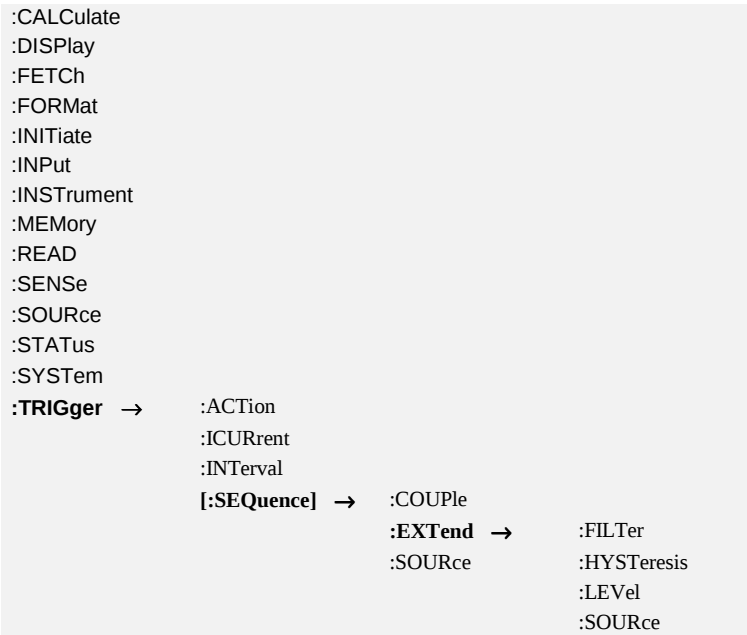
‘0’ oder ‘ACDC’ für AC/DC Kopplung [*RST default value]

‘4’ Tiefpaßfilter < 300Hz

‘6’ Tiefpaßfilter < 80Hz

- ‘8’ Hochpaßfilter > 10Hz
- ‘10’ Hochpaßfilter > 30Hz
- ‘12’ Bandpaß 10 - 300Hz
- ‘13’ für Amplituden - Modulation 10 - 300Hz
- ‘14’ Bandpaß 30 - 80Hz

10.2.14.5 :EXTend



10.2.14.5.1 :FILTer

TRDF

SCPI: :TRIGger[:SEQUence]:EXTend:FILTer <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: TRDF <NRi>[,<NRi>]

ID:	n/a	Mode:	Normal, HARM100, Transient
Type:	long int	Suffix:	n/a
Value:	0...13	List:	n/a
Unit:	n/a	Group:	optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den Filter des extended Triggers.

- 0: Filter aus
- 1: HF Rejection Filter an [*RST default value]
- 2: Tiefpaß '2kHz' an
- 3: Tiefpaß '9.2kHz' an
- 4: Tiefpaß '60Hz' an
- 5: Tiefpaß '18kHz' an
- 6: Tiefpaß '6kHz' an
- 7: Tiefpaß '2.8kHz' an
- 8: Tiefpaß '1.4kHz' an
- 11: Tiefpaß '175Hz' an

12: Tiefpaß '87.5Hz' an

13: Tiefpaß '30Hz' an

10.2.14.5.2 :HYSTeresis

TRDH

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:EXTend:HYSTeresis <NRf>[,<NRi>]

SHORT: TRDH <NRf>[,<NRi>]

ID: n/a

Type: float

Value: n/a

Unit: n/a

Mode: Normal, HARM100, Transient

Suffix: n/a

List: n/a

Group: optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Hysterese des extended Triggers.

10.2.14.5.3 :LEVel

TRDL

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:EXTend:LEVel <NRf>[,<NRi>]

SHORT: TRDL <NRf>[,<NRi>]

ID: n/a

Type: float

Value: n/a

Unit: n/a

Mode: Normal, HARM100, Transient

Suffix: n/a

List: n/a

Group: optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt den Pegel des extended Triggers.

10.2.14.5.4 :SOURce

TRDE

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:EXTend:SOURce <NRi>[,<NRi>]

SHORT: TRDE <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a

Type: long int

Value: 0...7

Unit: n/a

Mode: Normal, HARM100, Transient

Suffix: n/a

List: n/a

Group: optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Quelle des extended Triggers:

'0' = is

'1' = is*is

'2' = us

'3' = us*us

'4' = ps

'5' = i

'6' = u

'7' = p

10.2.14.5.5 :SOURce	SYNC
----------------------------	-------------

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:SOURce <NRi>[,<NRi>]
 SHORT: SYNC <NRi>[,<NRi>]

ID: n/a	Mode: Normal, HARM100, Transient
Type: long int	Suffix: n/a
Value: 0...4	List: n/a
Unit: n/a	Group: optional [,<NRi>], 0=A, 1=B, ...

Liest und setzt die Synchronisationsquelle:

‘0’ oder ‘LINE’ für Synchronisation auf die Versorgungsspannung (line)

‘1’ oder ‘EXTS’ für externe Synchronisation

‘2’ oder ‘U’ für Synchronisation auf das Spannungssignal [*RST default value]

‘3’ oder ‘I’ für Synchronisation auf das Stromsignal

‘4’ oder ‘XTRIG’ für Synchronisation mit dem Extended Trigger

10.2.15 Spezial Kommandos

10.2.15.1 :GTL	GTL
-----------------------	------------

SCPI: :GTL /nquery/
 SHORT: GTL/nquery/

ID: n/a	Mode: alle
Type: n/a	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Versetzt das Gerät zurück in den „Lokal“ Zustand (**go to local**). Dies sollte das letzte Kommando einer Fernsteuersequenz sein.

10.2.15.2 :LEN	LEN
-----------------------	------------

SCPI: :LEN/nquery/
 SHORT: LEN/nquery/

ID: n/a	Mode: alle
Type: n/a	Suffix: n/a
Value: n/a	List: n/a
Unit: n/a	Group: n/a

Versetzt das LMG in den Remote Status, das Gerät bleibt jedoch von der Frontblende aus bedienbar (**local enable**). Es kann bei einigen Anwendungen sinnvoll sein, in anderen Anwendungen störend, wenn man während des Remote - Betriebes Einstellungen verändert.

10.2.16 Beispiel 1

Nachfolgend ist ein kleines Beispielprogramm aufgeführt, das eine einfache periodische Datenabfrage über RS232 durchführt:

```

' QBasic 1.1
' Example for reading data from a LMG95/LMG450/LMG500
' LMG should be set to following:
' MEASURING Menu
' Normal measuring mode, 500ms cycle time
' IF/IO (OPTIONS) Menu
' Remote Device: COM1 RS232
' Dev.: COM1: 9600 Baud, EOS <lf>, Echo off, Protocol None
' Connect COM1 of your PC to COM1 of LMG with a 1:1 cable (all pins
' connected, no NULL modem).

DECLARE FUNCTION readans$ ()

OPEN "COM1:9600,N,8,1,ASC,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB4096" FOR RANDOM AS #1
PRINT #1, "ren" + CHR$(10);          ' Remote enable
PRINT #1, "syst:lang short" + CHR$(10); ' Change command set
PRINT #1, "actn;utrms?;itrms?" + CHR$(10); ' Request Utrms and Itrms
PRINT #1, "cont on" + CHR$(10);        ' Continue output
DO
    answer$ = readans$                ' Read answer from LMG
    val1 = VAL(answer$)                ' Calculate values
    val2 = VAL(MID$(answer$, 1 + INSTR(1, answer$, ";")))
    PRINT USING "Answer:& Value1: ###.###V Value2: ###.###A"; readans$; val1; val2
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)          ' Loop, until SPACE bar pressed
PRINT #1, "cont off" + CHR$(10);      ' Stop continue output
SLEEP 1
PRINT #1, "gtl" + CHR$(10);           ' Go to local mode
CLOSE #1

FUNCTION readans$
    answer$ = ""
    DO
        a$ = INPUT$(1, 1)              ' Read character from interface
        IF a$ <> CHR$(10) THEN          ' If it is not the EOS character
            answer$ = answer$ + a$      ' add character to answer string
        END IF
        LOOP WHILE a$ <> CHR$(10)      ' Loop until EOS is reached
    readans$ = answer$                  ' return answer
END FUNCTION

```

10.2.17 Beispiel 2

Nachfolgend ist ein kleines Beispielprogramm aufgeführt, das eine einfache einmalige Datenabfrage über RS232 durchführt. Alternativ zur Anfrage mit SCPI Befehlen ist auch die Anfrage per SHORT Befehle dargestellt:

```

' QBasic 1.1
' Example for reading data from a LMG95/LMG450/LMG500
' LMG should be set to following:
' MEASURING Menu
' Normal measuring mode, 500ms cycle time
' IF/IO (OPTIONS) Menu
' Remote Device: COM1 RS232
' Dev.: COM1: 9600 Baud, EOS <lf>, Echo off, Protocol None
' Connect COM1 of your PC to COM1 of LMG with a 1:1 cable (all pins
' connected, no NULL modem).

DECLARE FUNCTION readans$ ()

OPEN "COM1:9600,N,8,1,ASC,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB4096" FOR RANDOM AS #1
PRINT #1, "READ:CURRENT:TRMS;:FETCH:VOLTAGE:TRMS" + CHR$(10); 'Request values (SCPI)
PRINT #1, "SYST:LANG SHORT" + CHR$(10);                      'Change Language to SHORT
PRINT #1, "INIM;ITRMS?;UTRMS?" + CHR$(10);                    'Request values (SHORT)
DO
    answer$ = readans$                ' Read answer from LMG
    val1 = VAL(answer$)                ' Calculate values
    val2 = VAL(MID$(answer$, 1 + INSTR(1, answer$, ";")))
    PRINT USING "Answer:& Value1: ###.###A Value2: ###.###V"; readans$; val1; val2
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)          ' Loop, until SPACE bar pressed
PRINT #1, "gtl" + CHR$(10);           ' Go back to local mode
CLOSE #1

FUNCTION readans$
    answer$ = ""

```

```

DO
  a$ = INPUT$(1, 1)           ' Read character from interface
  IF a$ <> CHR$(10) THEN      ' If it is not the EOS character
    answer$ = answer$ + a$    ' add character to answer string
  END IF
  LOOP WHILE a$ <> CHR$(10)   ' Loop until EOS is reached
  readans$ = answer$         ' return answer
END FUNCTION

```

10.2.18 Testen der Schnittstelle mit einem Terminalprogramm

Um zu testen, ob die Schnittstelle funktioniert, oder wie einige Befehle funktionieren, empfiehlt es sich, ein Terminalprogramm zu benutzen (z.B. Hyperterminal unter WIN95).

Das LMG muß zunächst eingestellt werden. Dazu drückt man **IF/IO**, **Rmote** und **Dev.** bis 'Device' auf 'COM A RS232' gesetzt ist. Mit **back** und **Dev.** das Menü wechseln. **Device** drücken, bis 'ComA: Terminal' erscheint.

Nun muß der Computer noch eingestellt werden. Nach dem Starten des Terminalprogramms sind in diesem folgende Einstellungen vorzunehmen: 9600Baud, 8Data Bit, 1Stop Bit, keine Parity und kein Protocol. Dies sollte für COM1 des Computers ausgewählt werden.

Nun werden COM1 vom Computer und COM A des LMG miteinander verbunden. Dazu ist ein 1:1 Kabel ohne Kreuzungen oder Nullmodemfunktion erforderlich.

Wenn man nun '*idn?ren' eingibt und die Enter-Taste betätigt, sollte die Anzeige der Statuszeile von 'Active Local' auf 'Active Remote' wechseln und das Gerät sollte einen Text mit Gerät, Hersteller, Seriennummer und Softwareversion zurückliefern. Falls nicht, ist es wichtig zu wissen, ob die eingegebenen Buchstaben überhaupt am Bildschirm erscheinen (=Echo funktioniert) oder nicht.

Falls dies alles nicht funktioniert, bitte alle Einstellungen und Verkabelungen sorgfältig überprüfen und einen zweiten Versuch starten.

10.2.19 SCPI Kommando Beispiel

Nachfolgend ist ein Beispiel für einen Dialog mit dem LMG in der SCPI Sprache angegeben (was man sendet, was das Gerät antwortet und was man damit gemacht hat). Wenn Meßwerte als Antwort kommen, können diese bei eigenen Versuchen natürlich andere Ergebnisse liefern.

Es wird vorausgesetzt., daß das Gerät neu eingeschaltet ist und noch keine Kommandos ausgeführt wurden. Zum testen dieser Funktionen empfiehlt sich ein Terminalprogramm und die RS232 Schnittstelle, da diese für diesen Zweck am einfachsten zu handhaben ist. Es funktioniert natürlich auch genauso mit der IEEE Schnittstelle.

Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie eine Kommunikation aufgebaut wird, und was man falsch machen kann.

Zwei Bemerkungen zur Syntax in der „Gesendet“-Spalte: Das ‘ ’ steht für ein Leerzeichen (Space), das ‘↵’ für ein <cr> (carriage return) Zeichen (was bei einem PC und RS232 Terminalprogramm durch die Enter-Taste ausgelöst wird).

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
1	*rst↵		Setzt das Gerät auf seine Defaultwerte zurück. Nach diesem ersten Kommando ist das Gerät im Remote-Status.
2	*idn?↵	ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH, LMG95, Seriennummer, Version	Das Gerät liefert seine Identifizierung zurück
3a	fetc:volt:trmsn?↵	0	Liest die Spannung des Meßkanals n (=1, 2, ...) aus. Man bekommt aber nicht den aktuellen Wert, da noch keine Werte in den Interfacepuffer kopiert wurden
3b	read:volt:trmsn?↵	220.34	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung des Meßkanals n aus.
3c	fetc:volt:trmsn?↵	220.34	Es wurden keine neuen Werte in den Interfacepuffer kopiert, deshalb bekommt man den selben Wert zurück!
4a	read:volt:trmsn?;;read:curr:trmsn?↵	220.21;0.6437	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung des Meßkanals n aus. Dann wartet das Gerät wieder bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind aus verschiedenen Meßzyklen!
4b	read:volt:trmsn?;;fetc:curr:trmsn?↵	221.13;0.6432	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind aus dem selben Meßzyklus!
4c	read:volt:trmsn?↵ fetc:curr:trmsn?↵	217.75;0.6135	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
5a	calc:form $\cup$ „Bpk=U _r ect/(4*f*3*0.000091 6); $\downarrow$ Hpk=I _{pp} /2*3/0.0856 08; $\downarrow$ Ua=Bpk/1.2566e- 6/Hpk;“ $\downarrow$		Das Script zwischen den „“ wird eingegeben, im Scripteditor gespeichert und ab dem nächsten Meßzyklus ausgewertet.
5b	read:var? $\cup$ (0:1) $\downarrow$	3.4567,2.8405	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Variablen 0 bis 1 (Bpk und Hpk) aus. Beide sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
6a	fetc:volt:trm? $\downarrow$		Eine falsche Kommandoeingabe
6b	syst:err:all? $\downarrow$	command header error:TRM	Abfrage des kompletten Fehlerpuffers. Wenn vorher schon falsche Eingaben gemacht wurden, bekommt man mehr Meldungen
7a	inst:sel $\cup$ 1; *opc? $\downarrow$		Schaltet in den Harmonischen Meßmodus
7b	read:harm:curr:ampl ? $\cup$ (3:5) $\downarrow$	1.2346,00034,0.9984	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Harmonischen Ströme 3. bis 5. Ordnung aus. Alle sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
7c	inst:sel $\cup$ norml; *opc? $\downarrow$		Schaltet zum normalen Meßmodus zurück
8a	trig:act:;fetc:volt:trm s?;fetc:pow? $\downarrow$		Definiert, daß Spannung und Leistung nach jedem Meßzyklus ausgegeben werden sollen, ohne daß sie jedes mal angefordert werden müßten
8b	init:cont $\cup$ on $\downarrow$	220.34;15.345 220.19;15.217	Aktiviert die kontinuierliche Ausgabe der mit 'actn' definierten Werte (bis zum CONT OFF Kommando!)
8c	init:cont $\cup$ off $\downarrow$		Stoppt die kontinuierliche Ausgabe
9a	mem:fre $\cup$ on $\downarrow$		Friert den Scope - Speicher ein
9b	sens:wav:iupd;:sens: wav:ssam?;sens:wav: sbtr?;:sens:wav:satr? ; $\downarrow$	56, - 3204,+4506	Berechnet neue Informationen zu den aufgenommenen Abtastwerten der Gruppe B (0 = Gruppe A, 1 = Gruppe B), liest ein, welche Abtastwerte im Speicher abgelegt sind und wieviele Werte vor und nach dem letzten Triggerzeitpunkt vorhanden sind
9c	sens:wav:wave? $\cup$ 5, (-100:100) $\downarrow$	220.45, 221.36... (Ein komma-separiertes eindimensionales Feld mit der Größe 201)	Liest die Abtastwerte der Spannung aus.
9d	mem:fre $\cup$ off $\downarrow$		Deaktiviert den eingefrorenen Scope - Speicher Zustand

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
9	gtl		Schaltet vom Remote-Zustand zurück in den lokalen Zustand. Das Gerät kann jetzt wieder von Hand bedient werden.

10.2.20 SHORT Kommando Beispiel

Nachfolgend ist ein Beispiel für einen Dialog mit dem LMG in der SHORT Sprache angegeben (was man sendet, was das Gerät antwortet und was man damit gemacht hat). Wenn Meßwerte als Antwort kommen, können diese bei eigenen Versuchen natürlich andere Ergebnisse liefern.

Es wird vorausgesetzt., daß das Gerät neu eingeschaltet ist und noch keine Kommandos ausgeführt wurden. Zum testen dieser Funktionen empfiehlt sich ein Terminalprogramm und die RS232 Schnittstelle, da diese für diesen Zweck am einfachsten zu handhaben ist. Es funktioniert natürlich auch genauso mit der IEEE Schnittstelle.

Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie eine Kommunikation aufgebaut wird, und was man falsch machen kann.

Zwei Bemerkungen zur Syntax in der „Gesendet“-Spalte: Das ‘ ’ steht für ein Leerzeichen (Space), das ‘↵’ für ein <cr> (carriage return) Zeichen (was bei einen PC und RS232 Terminalprogramm durch die Enter-Taste ausgelöst wird).

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
1	*rst↵		Setzt das Gerät auf seine Defaultwerte zurück. Nach diesem ersten Kommando ist das Gerät im Remote-Status.
2	*idn?↵	ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH, LMG95, Seriennummer, Version	Das Gerät liefert seine Identifizierung zurück
3	syst:lang short↵		Schaltet auf den SHORT Kommandosatz.
4a	utrmsn?↵	0	Liest die Spannung des Meßkanals n (=1, 2, ...) aus. Man bekommt aber nicht den aktuellen Wert, da noch keine Werte in den Interfacepuffer kopiert wurden
4b	inim;utrmsn?↵	220.34	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung des Meßkanals n aus.
4c	utrmsn?↵	220.34	Es wurden keine neuen Werte in den Interfacepuffer kopiert, deshalb bekommt man den selben Wert zurück!

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
5a	inim;utrmsn?;inim;it rmsn?↵	220.21;0.6437	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung des Meßkanals n aus. Dann wartet das Gerät wieder bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind aus verschiedenen Meßzyklen!
5b	inim;utrmsn?;itrmsn ?↵	221.13;0.6432	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind aus dem selben Meßzyklus!
5c	inim;utrmsn?↵ itrmsn?↵	217.75;0.6135	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom des Meßkanals n aus. Strom und Spannung sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
6a	form↵„Bpk=Urect/(4*f*3*0.0000916);↵ Hpk=Ipp/2*3/0.0856 08;↵ Ua=Bpk/1.2566e- 6/Hpk;“↵		Das Script zwischen den „“ wird eingegeben, im Scripteditor gespeichert und ab dem nächsten Meßzyklus ausgewertet.
6b	inim;var?↵(0:1)↵	3.4567,2.8405	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Variablen 0 bis 1 (Bpk und Hpk) aus. Beide sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
7a	utrm?↵		Eine falsche Kommandoeingabe
7b	errall?↵	command header error:UTRM	Abfrage des kompletten Fehlerpuffers. Wenn vorher schon falsche Eingaben gemacht wurden, bekommt man mehr Meldungen
8a	mode↵1;opc? ↵		Schaltet in den Harmonischen Meßmodus
8b	INIM;HIAM?↵(3:5)↵	1.2346,00034,0.9984	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Harmonischen Ströme 3. bis 5. Ordnung aus. Alle sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
8c	mode↵norml;*opc? ↵		Schaltet zum normalen Meßmodus zurück
9a	actn;utrms?;p?↵		Definiert, daß Spannung und Leistung nach jedem Meßzyklus ausgegeben werden sollen, ohne daß sie jedes mal angefordert werden müßten

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
9b	contOn↵	220.34;15.345 220.19;15.217	Aktiviert die kontinuierliche Ausgabe der mit 'actn' definierten Werte (bis zum CONT OFF Kommando!)
9c	contOff↵		Stoppt die kontinuierliche Ausgabe
10a	frzOn↵		Friert den Scope - Speicher ein
10b	sact1;ssam?; satr?;sbtr?↵	56, - 3204,+4506	Berechnet neue Informationen zu den aufgenommenen Abtastwerten der Gruppe B (0 = Gruppe A, 1 = Gruppe B), liest ein, welche Abtastwerte im Speicher abgelegt sind und wieviele Werte vor und nach dem letzten Triggerzeitpunkt vorhanden sind
10c	wave?↵5,(- 100:100)↵	220.45, 221.36... (Ein komma-separiertes eindimensionales Feld mit der Größe 201)	Liest die Abtastwerte der Spannung aus.
10d	frzOff↵		Deaktiviert den eingefrorenen Scope - Speicher Zustand
11	gtl		Schaltet vom Remote-Zustand zurück in den lokalen Zustand. Das Gerät kann jetzt wieder von Hand bedient werden.

10.3 Physikalische Geräte

Die physikalischen Geräte entsprechen den Buchsen an der Geräterückseite.

10.3.1 Serielle Schnittstellen

Die einfachste und universellste Schnittstelle. Das LMG450 besitzt zwei von ihnen bereits im Grundgerät.

Beide können sowohl zur reinen Datenausgabe (Datalogging) als auch im Fernsteuerbetrieb (Remote) eingesetzt werden. Die maximale Datenübertragungsrate liegt bei 115200 Baud, das sind maximal etwa 10000 Zeichen in der Sekunde. Damit können selbst aufwendige Harmonische Meßdaten zyklisch d.h. nach jedem Meßzyklus an einen PC übertragen werden.

Mit der frei verfügbaren BMP2PC Software können sogar einzelne Screenshots zu einem über ein serielles Kabel verbunden PC gesendet und dort weiterverarbeitet werden.

Mit der gleichen Geschwindigkeit können beliebige Meßgrößen per Interface Betrieb von einem angeschlossenen Steuerrechner abgefragt und gespeichert oder weiterverarbeitet werden.

10.3.1.1 COM A, RS232

In dieser Buchse ist ein Nullmodem implementiert. D.h. eine Verbindung zu einem PC muß über ein Kabel erfolgen, daß 1:1 durchverbunden ist und keine Nullmodemfunktion hat.

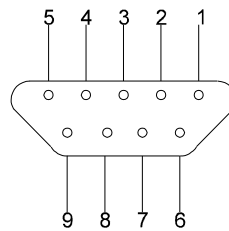


Bild 41: COM A Anschluß

Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bedeutung	nc	TxD	RxD	nc	GND	nc	CTS	RTS	nc

10.3.1.2 COM B, RS232

In diesem Stecker ist kein Nullmodem implementiert. D.h. eine Verbindung zu einem PC muß über ein Kabel mit Nullmodemfunktion erfolgen.

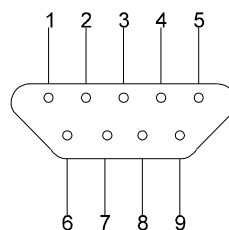


Bild 42: COM B Anschluß

Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bedeutung	DCD	RxD	TxD	DTR	GND	DSR	RTS	CTS	RI

10.3.2 IEEE488.2

Auch als IEC625-Bus oder GPIB bezeichnet. Damit kann das LMG in ein bestehendes IEEE-Bus-System integriert werden.

Die IEEE Schnittstelle kann nur im Interface (Remote) Betrieb verwendet werden. Der maximale Datendurchsatz liegt bei 1 MByte in der Sekunde. Dies, aber vor allem die Verbindung von mehreren Geräten über einen einzelnen IEEE Bus machen diese Schnittstelle quasi zum Standard für Systemanwendungen.

10.3.3 Parallele Schnittstelle

Immer wenn Daten ausgedruckt werden sollen, wird die parallele Schnittstelle verwendet. Im Gerät sind Druckertreiber für die gängigsten Drucker implementiert. Diese brauchen Sie allerdings nur, wenn Sie einen Screendump ausdrucken möchten. Wie bei der seriellen

Schnittstelle können Daten auch zyklisch in tabellarischer Form gedruckt werden. Da Drucker nicht zu den schnellsten Geräten gehören, kann dies allerdings dazu führen, daß der Drucker mehr Daten bekommt, als er verarbeiten kann. In diesem Fall wird der Ausdruck abgebrochen.

Dieser Port ist wie eine Druckerschnittstelle an einem PC belegt. Somit kann man handelsübliche Kabel benutzen.

11 Speichern von Meßwerten auf Laufwerken, Druckern und Schnittstellen

Alle Meßwerte können auf Speicherkarte oder Floppy Disk aufgezeichnet, ausgedruckt oder über eine serielle Schnittstelle geschickt werden. Generell wird das ausgedruckt, was man sieht. Einige Ausnahmen werden in den entsprechenden Kapiteln beschrieben (z.B. werden immer alle Harmonischen ausgegeben, nicht nur die sichtbaren). Wenn man eine einzelne Ausgabe macht, bekommt man die Werte, die man auch sieht. Das heißt, bei eingefrorenem Display bekommt man die eingefrorenen Werte. Wenn man eine periodische Ausgabe gewählt hat, bekommt man immer die aktuellen Meßwerte angezeigt, auch wenn das Display eingefroren ist.

Datenaufzeichnung bzw. Datenspeicherung sind von der Bedienung her so konzipiert, daß Sie mit möglichst wenigen Tastendrücken das erreichen, was Sie wollen: nämlich die gemessenen Werte einmalig oder periodisch auf einer bestimmten Schnittstelle auszugeben oder auf einem Speichermedium zu speichern.

Es gibt kein Menü oder Dialog, in welchem Sie zuerst umständlich eine Liste von Werten eintragen müssen, die Sie z.B. ausdrucken wollen. Wählen Sie einfach das Menü, welches die von Ihnen gewünschten Werte enthält und drücken Sie die *Print/Log* Taste.

In dem erscheinenden Dialog wählen Sie Ihr Ziel (**Dest.**), auf dem die im Menü dargestellten Meßgrößen ausgegeben werden sollen. Dies kann eine Datei, eine der seriellen Schnittstellen oder ein Drucker sein.

Jeder einzelne Eintrag in diesem Menü beschreibt ein Ausgabegerät und seine Haupteinstellung. Bei den Speichermedien ist das der Dateiname, bei den seriellen Schnittstellen die Baudrate und beim Drucker der eingestellte Druckertyp. Diese und weitere gerätespezifische Einstellungen können Sie jederzeit ändern, indem Sie den **Set** Softkey drücken. Die von Ihnen gemachten Änderungen werden nichtflüchtig als 'Profile' gespeichert und wirken sich immer nur auf das ausgewählte Ausgabeziel aus. Mit anderen Worten: Wenn Sie die Baudrate von ComA für diese Ausgabe auf 19200 Baud setzen, ändert das nicht die ComA Remote Einstellung.

Genauso wenig wird die BMP2PC Einstellung von ComA von dieser Änderung betroffen. Betrachten Sie jeden dieser Einträge als eine von mehreren Ausgabemöglichkeiten mit ganz individuellen Einstellungen.

Wenn Sie die Taste *Print/Log* gedrückt haben, erscheint der Dialog des aktuellen Ausgabegerätes und im State Feld einige Statusmeldungen des angeschlossenen Geräts. Bei Speichermedien stehen hier Informationen zur Größe des noch verfügbaren Platzes und

Anzahl der Dateien. Die seriellen Schnittstellen sind i.a. immer bereit zur Datenausgabe. Haben Sie kein entsprechendes Gerät damit verbunden, verschwinden die Daten im Nichts. Bei der parallelen Schnittstelle bekommen Sie den Status des angeschlossenen Druckers (printer ready, printer busy, paper empty).

11.1 Start einer Aufzeichnung

Die eigentliche Aufzeichnung oder Ausgabe startet, sobald Sie den *Print/Log* Dialog mit *Enter* schließen. (Wenn Sie die *Esc* Taste drücken, wird der Dialog abgebrochen). In der Statusanzeige des LMG450 erscheint rechts eine rot/grün blinkende Log-Anzeige, die solange aktiv bleibt, solange das Gerät Daten ausgibt.

Bei Ausgabe auf einer der seriellen Schnittstellen kann es vorkommen, daß diese bereits dem Interface (Remote Betrieb) zugeordnet ist. In diesem Fall werden Sie gefragt, ob eine Neuordnung für die Datenausgabe vorgenommen werden soll. Falls Sie das Gerät nicht gerade über diese Schnittstelle fernsteuern, können Sie hier einfach mit 'Yes' antworten, indem Sie die *Enter* Taste drücken.

11.2 Stop einer Aufzeichnung

Um eine (periodische) Datenaufzeichnung zu stoppen, drücken Sie erneut die *Print/Log* Taste. Eine symbolische Sanduhr signalisiert, daß noch eine Ausgabe aktiv ist. In der Statusanzeige sollte immer noch die Loganzeige blinken. Mit Betätigen der *Enter* Taste können Sie die Aufzeichnung beenden oder mit *Esc* den Dialog verlassen.

Einmalige Aufzeichnungen/Ausgaben werden automatisch beendet, sobald die Daten ausgegeben wurden. Dies ist der Fall, wenn der Ausgabemodus Mode auf 'one-time' steht.

11.3 Datalogging Profile (Ausgabegeräte)

Nach Drücken von **Dest.** haben sie die Auswahl zwischen:

Disk(Data): Dateiname

Schreibt die im aktuellen Menü angezeigten Meßwerte in die Datei mit dem Namen 'Dateiname'. Als Vorgabe steht hier LOG, Sie können aber jederzeit auch einen anderen Namen vorgeben. Der Dateiname ist auf 6 Zeichen begrenzt und wird durch eine laufende Nummer erweitert. Die Dateiendung (extension) lautet immer '.DAT'. Die laufende Nummer wird vom Gerät selbständig vergeben. Deshalb müssen Sie nicht jedesmal einen neuen Dateinamen eingeben, um ein Überschreiben alter Daten zu verhindern. Hier ein paar Beispiele, der vor der Nummer stehende Name wird vom Anwender vorgegeben:

LOG00.DAT

LOG01.DAT

MYDAT05.DAT

MOTOR_01.DAT

MOTOR_02.DAT

Wenn Sie wissen möchten welche Dateien bereits auf dem Datenträger gespeichert sind, wieviel Platz noch verfügbar ist oder Sie Einstellungen ändern möchten, drücken Sie den **Set** Softkey. Hier können Sie mit **File** den Namen ändern oder auch einzelne oder mehrere Dateien mit **Mark*** markieren und anschließend mit **Del*** löschen oder den Datenträger neu formatieren (**Clear Disk**). Das Ausgabeformat für die Meßwerte ändern Sie mit **Typ**. Einen Überblick über die verschiedenen Formate finden sie in Kapitel 11.4, 'Ausgabeformat'.

ACHTUNG!

Entfernen Sie niemals die Diskette oder Speicherkarte aus dem Laufwerk, während Sie Daten darauf abspeichern, d.h. solange die Loganzeige blinkt. Im LMG450 zwischengepufferte Werte wären damit unwiderruflich verloren und die Datei zerstört!

Disk(Scr): Dateiname

Speichert das aktuelle Menü im PCX Format auf dem Datenträger (Floppy Disk oder Speicherkarte). Auch hier wird der Dateiname auf 6 Zeichen begrenzt und durch eine laufende Nummer ergänzt. Die Endung ist immer '.PCX'.

Die **Set** Einstellungen sind identisch mit denen von Disk(Data), allerdings können Sie hier das Ausgabeformat nicht ändern, es ist mit PCX fest vorgegeben.

ComA: Baudrate

Die Meßwerte werden im ausgewählten Format 'Outpt as' über die serielle Schnittstelle ComA mit der angegebenen Baudrate ausgegeben. Mit **Set** können Sie die Baudrate ändern, das Übertragungsprotokoll RTS/CTS aktivieren oder nur einfach ein anderes Ausgabeformat wählen. Als Verbindung zu einem PC verwenden Sie ein einfaches Standard 1:1 Kabel.

ComB: Baudrate

Statt auf ComA werden die Meßwerte hier über ComB ausgegeben. Die Einstellmöglichkeiten sind mit denen von ComA identisch. Als Verbindungskabel benötigen Sie hier allerdings ein Null-Modem-Kabel.

ComA: BMP2PC

Sie haben kein Speichermedium (Floppy und Speicherkarte sind optional) und wollen trotzdem die aktuelle Anzeige zwecks Dokumentation festhalten. In diesem Fall können Sie das angezeigte Menü über eine serielle Verbindung an einen PC übertragen. Alles was Sie

dazu benötigen ist ein Standard 1:1 Kabel und das auf unserer Homepage kostenlos verfügbare BMP2PC Programm.

Lpt: Druckertyp

Auf einem angeschlossenen Drucker können sowohl die angezeigten Meßwerte wie auch das aktuelle Menü als screen dump ausgegeben werden. Die Ausgabe der Meßwerte 'output as displayed' erfolgt rein textbasiert, so daß hier jeder Drucker verwendet werden kann. Bei einem Grafikausdruck des aktuellen Menüs muß der verwendete Druckertyp eingetragen werden. Bei der ständig wachsenden Anzahl verschiedener Drucker kann man nicht für jeden Drucker einen eigenen Treiber schreiben. Es sind deshalb 5 Grundtreiber implementiert, mit denen die überwiegende Mehrheit der am Markt befindlichen Drucker ansprechbar ist:

EPSON 9-Pin

EPSON ESC/P

EPSON ESC/P2

HP DeskJet

HP LaserJet

Im Zweifelsfalle kontaktieren Sie bitte Ihren Händler.

Nach Drücken des Softkeys **Set** können Sie nicht nur den Druckertyp auswählen (**Prn**) und das Ausgabeformat auswählen (**Output as**). Sie haben zusätzlich die Möglichkeit, im Remarks Feld einen Kommentar einzugeben (**Rem**), der dann mit ausgedruckt wird (siehe auch 11.5, 'Kommentar- und Kopfzeilen').

Moderne Drucker bauen eine Druckseite erst komplett auf, bevor sie sie ausgeben. Dies hat zur Folge, daß Sie etwas gedruckt haben, aber der Drucker keine Anzeichen dafür liefert außer das Papier einzuziehen. Dies wird manchmal fälschlicherweise als Fehler empfunden.

Nun macht es aber auch keinen Sinn, bei wiederholter Ausgabe der Meßwerte jedesmal eine komplette Seite zu opfern. Deshalb wird per Default kein Papierausgabebefehl (paper out) an den Drucker gesendet. Sie können das ändern, indem Sie mit **At end** statt 'None' ein 'paper out' eingeben. Oder Sie drücken den **Page out** Softkey im **Set** Dialog, um den Drucker direkt zur Ausgabe des bisher gedruckten Papiers zu veranlassen.

11.3.1 Ausgabeintervall

Wie oft die Ausgabe stattfinden soll bestimmt der Ausgabe-Mode. Einmalig, nach jedem Ende eines Meßzyklus, einer Integralmessung oder mit einer von Ihnen vorgegebenen Periode.

every cycle	Hier werden die Werte periodisch mit der aktuellen Zykluszeit ausgegeben. Beachten Sie, daß das angeschlossene Ausgabegerät bei kurzen Zykluszeiten schnell genug für die anfallenden Daten sein muß!
-------------	---

- periodic** Hier können Sie das Ausgabeintervall frei vorgeben, minimaler Wert sind 10s. Wenn Sie 'periodic' gewählt haben, erscheint der Intervallwert als hervorgehobenes Kästchen und ein **Per.** Softkey. Ist der Wert korrekt, drücken Sie einfach die *Enter* Taste. Um den Intervallwert für die periodische Ausgabe zu ändern, müssen Sie den **Per.** Softkey betätigen. Anschließend geben Sie den von Ihnen gewünschten Wert ein und quittieren die Eingabe mit *Enter*.
- every integral** ist abhängig vom Integrations Modus einstellbar im *Int. Time* Menü. Die Ausgabe erfolgt allerdings erst dann, wenn Sie die Integration gestartet haben. Für die einzelnen Integrationsmodi gilt:
- continuous** Ausgabe bei Meßzyklusende
 - interval** Ausgabe einmalig nach Ende der eingestellten Intervallzeit (Duration). Danach muß die Integration neu gestartet werden.
 - periodic** Ausgabe erfolgt jedesmal, wenn das eingestellte Intervall verstrichen ist.
 - summing** Wie bei continuous nach jedem Meßzyklusende.
- by script** Das ausgewählte Menü wird immer dann geloggt, wenn die `print()` Funktion im Scripteditor aufgerufen wird (siehe 4.4.4.2.7, 'Funktionen')

11.4 Ausgabeformat

Output as displayed

Per Default werden die angezeigten Werte auch genauso d.h. in derselben Anordnung wie auf dem Display in das Ausgabeziel bzw. Gerät geschrieben ('Output as displayed'). Ein einmaliges (one-time) Speichern der Meßwertes des Default Menüs (erster Kanal) liefert z.B.:

```
Itrms:1= 0.0270 A
Utrms:1= 0.1414 V
P:1=-0.004 W
Q:1= 0.000 var
S:1= 0.004 VA
PF:1= 0.9992
```

Output as csv (Excel)

Bei periodischem Aufzeichnen sollen die Werte aber zeitlich geordnet sein, alle zeitlich gleichen Meßwerte in einer Zeile stehen. In diesem Fall wählen Sie das 'csv'-Format.

```
dt/s,Itrms1/A,Utrms1/V,P1/W,Q1/var,S1/VA
216.00E-03, 289.94E-03, 221.61E+00, 41.313E+00, 49.210E+00, 64.253E+00
716.00E-03, 289.51E-03, 221.68E+00, 41.290E+00, 49.132E+00, 64.178E+00
1.2160E+00, 289.64E-03, 221.59E+00, 41.172E+00, 49.234E+00, 64.180E+00
1.7230E+00, 290.86E-03, 221.45E+00, 41.291E+00, 49.435E+00, 64.410E+00
2.2160E+00, 289.72E-03, 221.54E+00, 41.261E+00, 49.164E+00, 64.184E+00
2.7160E+00, 289.95E-03, 221.57E+00, 41.335E+00, 49.181E+00, 64.245E+00
```

```

3.2160E+00, 289.21E-03, 221.54E+00, 41.206E+00, 49.065E+00, 64.073E+00
3.7160E+00, 289.75E-03, 221.46E+00, 41.280E+00, 49.126E+00, 64.167E+00
4.2160E+00, 289.83E-03, 221.44E+00, 41.232E+00, 49.181E+00, 64.178E+00
4.7160E+00, 290.01E-03, 221.50E+00, 41.290E+00, 49.210E+00, 64.238E+00
5.2160E+00, 289.41E-03, 221.51E+00, 41.262E+00, 49.066E+00, 64.109E+00

```

Die einzelnen Meßwerte werden in wissenschaftlicher Schreibweise und ohne Meßwertkennung bzw. Einheit zeilenweise ausgegeben um die Auswertung mit gängigen Tabellenkalkulations Programmen zu erleichtern. Ungültige Werte sind als '-----' gekennzeichnet. Jede Zeile wird mit einem <CR><LF> beendet.

Die erste Spalte in der tabellarischen Ausgabe enthält immer die verstrichene Zeit in Sekunden seit Start der Aufzeichnung. Im allgemeinen sind das Vielfache der Zyklus-/Integrationszeit oder der eingestellten Periode. In den harmonischen Modi steht hier die Anzahl der Perioden die zur Berechnung der Meßwerte herangezogen wurden (eine Ausnahme bildet der Harmonischen Modus Harm100. Da hier nicht mehr lückenlos gemessen werden kann, sind die angegebenen Perioden kein Maß dafür, wann diese wirklich gemessen wurden.

11.5 Kommentar- und Kopfzeilen

Am Anfang jeder Aufzeichnung (Floppy Disk, Speicherkarte, Drucker, ...) kann man mehrere Kommentarzeilen ausgeben. Bei periodischen Aufzeichnungen wird dieser Kommentar nur einmalig beim Start gebracht.

Beim Editieren dieses Feldes (siehe 11.3, 'Datalogging Profile (Ausgabegeräte)' kann man mit **Exmp** ein vordefiniertes Beispiel aufrufen, welches an die eigenen Bedürfnisse angepaßt werden kann. Mit **Edit** kann dies geschehen. Am Ende muß mit **End** abgeschlossen werden.

Man sieht normalen Text und einige besondere Kennungen, die mit '\$' beginnen. Diese werden zum Zeitpunkt der Ausgabe durch ihren Wert ersetzt. Im Falle von '\$Cycle' wird die echte Zykluszeit an dieser Stelle ausgegeben. Man kann jeden Wert ausgeben. Für eine vollständige Liste der Werte siehe 10.2, 'Kommandos'. Im 'ID' Feld sind die entsprechenden Kennungen angegeben. Es sind die gleichen Kennungen wie auch im Scripteditor.

Wenn man das *Default* Menü loggt, könnte man z.B. folgende Ausgabe bekommen:

```

My Company
Printed at 22.04.2003 14:22:13
Cycletime 500.00 ms
Voltage at channel 2: 136.99mV

```

```

Itrms:1  0.0320 A
Utrms:1  212.01 V
P:1      -0.14 W
Q:1      6.78 var
S:1      6.78 VA
PF:1     20.646 m

```

Wie auch im Scripteditor kann man die Werte aus vordefinierten Listen wählen (siehe 4.5, 'Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen'). Wichtig ist, an das vorangestellte '\$' zu denken.

Bei der Ausgabeform „Output as table“ wird vor jede Kommentarzeile ein 'REM' geschrieben, um die rechnergestützte Auswertung zu erleichtern.

11.6 Speichermedien

Speichermedien dienen zur Speicherung von einzelnen oder periodisch (zyklisch) mitprotokollierter Meßdaten. Das Datenformat entspricht dabei der Ausgabe auf einer seriellen oder der parallelen Schnittstelle, nur daß die Daten jetzt auf eine Diskette oder eine Speicherkarte geschrieben und zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet werden können.

Auch können Sie alternativ zu einem Bildschirmausdruck auf einem Drucker jede Geräteanzeige als PCX-Datei auf dem Speichermedium speichern. Im LMG450 kann optional wahlweise ein Diskettenlaufwerk oder ein Speicherkarten Einschub eingebaut werden.

11.6.1 Diskettenlaufwerk

Bei dem optional verfügbaren Diskettenlaufwerk handelt es sich um ein PC kompatibles 3 1/2"-Standardlaufwerk für 1.44 MByte formatierte Disketten.

Die Aufzeichnung der Daten erfolgt im MSDOS (FAT) Format, so daß die Disketten ohne zusätzliche Software von jedem Windows PC gelesen werden können.

Disketten sind ein ideales Medium zum Datenaustausch zwischen Gerät und PC, sofern die Daten nicht unmittelbar während der Messung ausgewertet werden müssen. Von Nachteil ist ihre geringe Datenübertragungsrate und eingeschränkte Größe. Die mittlere Übertragungsrate bei Verwendung einer formatierten und leeren Diskette liegt bei etwa 20kByte pro Sekunde.

In diese Größenordnung fällt allerdings auch die Datenmenge bei zyklischem Aufzeichnen von Harmonischen Meßwerten an (bei der Aufzeichnung der Stromharmonischen fallen pro Meßzyklus 400 Werte an (4 Meßkanäle mit jeweils 100 Harmonischen), das sind ungefähr 5000 Zeichen und bei einer Zyklusdauer von 200ms bereits 25kByte). Besser geeignet ist in diesem Fall eine Speicherkarte.

11.6.2 Speicherkarte

Speicherkarten speichern die Daten wie Disketten in einem MSDOS (FAT) Format. Da es sich hier um reine Speicherzugriffe handelt, sind die möglichen Übertragungsraten allerdings weitaus größer. Zudem gibt es Speicherkarten in Größen von mehreren Megabytes. Sie gewährleisten auch in elektromagnetisch verseuchter Umgebung eine einwandfreie

Speicherung der Daten und können i.a. mit herkömmlichen Laptops oder Notebooks unproblematisch ausgelesen werden. Für normale PCs sind externe Kartenlesegeräte verfügbar.

11.6.2.1 SRAM Karte im PCCard Slots eines Laptops lesen

Mittels eines Laptops mit PCCard Slot (früher PCMCIA) können die Daten auf einer SRAM Karte bearbeitet werden. Unter Windows 95/98 müssen zuerst jedoch folgende Einstellungen vorgenommen werden:

Öffnen Sie mittels eines Editors, die Datei Config.sys und fügen Sie folgende Zeilen an das Ende der Datei an:

```
device=c:\windows\system\csmapper.sys  
device=c:\windows\system\carddrv.exe /slot=n
```

Ersetzen Sie den Wert n durch die Anzahl der im Laptop vorhandenen PCMCIA Steckplätze. Überprüfen Sie ob sich die Dateien csmapper.sys und carddrv.exe im Verzeichnis Windows\System befinden.

Starten Sie den Rechner mit eingesteckter SRAM Karte neu. Die SRAM Karte wird nun als Wechseldatenträger im Windows Explorer aufgeführt und die Daten können bearbeitet werden.

11.6.3 USB Memory Stick

Die Anzahl der Dateien und Verzeichnisse im Root-Verzeichnis darf nicht größer als 150 sein. Andernfalls kommt die Fehlermeldung „File Table Overflow“.

Der Stick muß mit FAT16 formatiert sein. FAT32 ist nicht zulässig! Der Stick darf kein Betriebssystem enthalten (wie z.B. ein Titanium Cruzer). Dieses muß vor Benutzung entfernt werden. Es darf nur eine Partition geben.

Nach Aufruf des Log-Dialogs kann es einige Sekunden dauern, bis die Dateien des Sticks analysiert sind. Die Zeit wächst mit der Anzahl der Dateien. Wenn der Log-Dialog offen ist, darf der Stick nicht entfernt werden.

Die Implementierung unterstützt keine echte Formatierung. Deshalb werden ersatzweise nur die Dateien des Hauptverzeichnisses einzeln gelöscht. Dies kann einige Sekunden dauern. Zum Formatieren muß ein PC benutzt werden.

11.7 Importieren der Daten in andere Programme

Um Meßwerte auf einem PC weiter zu bearbeiten, müssen Sie diese zunächst auf Ihren PC übertragen. Sie können eine Messung auf einem Speichermedium aufzeichnen und dieses anschließend wieder einlesen oder Sie übermitteln die Daten per serielltem Interface direkt an Ihren PC. Letzteres ist vor allem dann interessant, wenn Ihr Gerät über kein Speichermedium verfügt.

11.7.1 Datenaustausch durch Speichermedium

Die Verwendung der Floppydisk ist völlig unproblematisch. Haben Sie die Daten auf einer Speicherkarte aufgezeichnet, benötigen Sie entweder einen Laptop mit einem freien PCMCIA (PC-Card) Slot oder einen externen Cardreader. Entsprechende Geräte werden von der Firma ZES ZIMMER Electronic Systems angeboten.

Im Falle eines Laptops müssen Sie die PCMCIA oder PC-Card Unterstützung in Ihrem Betriebssystem aktivieren. Wie Sie hierbei vorgehen müssen entnehmen Sie bitte der Dokumentation Ihres Systems.

11.7.2 Serielle Datenübertragung

Was Sie dazu brauchen ist lediglich ein serielltes Standard 1:1 Kabel (oder falls Sie ComB des Gerätes verwenden, ein Nullmodem-Kabel) und ein installiertes Terminalprogramm wie z.B. Hyperterminal. Letzteres sollte normalerweise auf jedem gängigen Windows PC installiert sein.

1. Starten Sie das Hyperterminal Programm und geben Sie den Namen einer neuen Verbindung ein.
2. Im folgenden Dialog wählen Sie für 'Verbinden über' die serielle Schnittstelle Ihres PCs, mit der Sie das LMG verbunden haben.
3. Bei den Anschlußeinstellungen machen Sie folgende Angaben:

Bits pro Sekunde	115200
Datenbits	8
Parität	Keine
Stopbits	1
Protokoll	Kein
4. Das Hyperterminal ist nun empfangsbereit. Um die Verbindung zu testen drücken Sie die *Print/Log* Taste am LMG und wählen Sie als Ausgabeziel (Destination) ComA: 115200. Falls die Baudrate nicht 115200 entspricht, drücken Sie den **Set** Softkey und ändern die Baudrate entsprechend ab. Wenn Sie ComB und ein Nullmodem-Kabel verwenden, müssen Sie entsprechend ComB:115200 auswählen.
Als Ausgabemodus wählen Sie zunächst 'one-time'. Das Ausgabeformat sollte 'as Table' sein.

5. Drücken Sie die *Enter* Taste des LMGs um die einmalige Aufzeichnung zu starten.
6. Auf dem Hyperterminal sollten jetzt die ersten Daten zu sehen sein. Wenn dies nicht der Fall ist prüfen Sie, ob Sie das Kabel korrekt an PC und LMG angeschlossen haben. Zeigt das Hyperterminal eine aktive Verbindung an ('Off-Line' bedeutet, daß Sie die Verbindung neu aktivieren müssen). Sollten Sie nur merkwürdige Zeichen empfangen, haben Sie zwar das Kabel richtig angeschlossen, aber vermutlich eine falsche Baudrate angegeben. Vergleichen Sie nochmals die AnschlußEinstellungen des Hyperterminals mit den Einstellungen des LMGs.
7. Das Hyperterminal empfängt korrekte Daten. Um die folgenden Daten in einer Datei zu speichern, klicken Sie im Hyperterminal Programm auf den Menüeintrag 'Übertragung' und dort auf 'Text Aufzeichnung'.
Geben Sie einen gültigen Dateinamen ein, z.B. C:\TEST.LOG. Das Hyperterminal speichert jetzt alle empfangenen Daten in dieser Datei.
8. Drücken Sie am LMG erneut die *Print/Log* Taste und wählen Sie als Mode jetzt 'every cycle'. Starten Sie die Ausgabe indem Sie den *Print/Log* Dialog mit *Enter* beenden.
Auf dem Hyperterminal sehen Sie jetzt die empfangenen Daten, gleichzeitig werden diese in die von Ihnen angegebene Datei geschrieben.
9. Um die Aufzeichnung zu beenden, drücken Sie am LMG erneut die *Print/Log* Taste und anschließend *Enter*.
10. Im Hyperterminal wählen Sie den Menüpunkt 'Übertragung' und dort 'Text aufzeichnen -> Beenden'. Die Datei C:\TEST.LOG enthält nun die gewünschten Daten.

11.7.3 Länderspezifische Zahlenformate

Fließkommawerte werden generell mit einem Punkt '.' als Dezimaltrennzeichen ausgegeben. Dies kann allerdings zu Problemen beim Verarbeiten der Meßdaten führen, wenn die landesspezifische Einstellung Ihres PCs eine andere ist. Im deutschsprachigen Raum wird i.a. nicht der Punkt sondern das Komma als Dezimaltrennzeichen und der Punkt als sogenanntes Symbol für Zifferngruppierung verwendet. Eine Zahl wie 1.0E+00 wird in diesem Fall nicht als 1.0 sondern als 1.000,0 interpretiert.

Um dies zu verhindern müssen Sie (ein Windows System vorausgesetzt) in der Systemsteuerung und dort unter Ländereinstellung/Zahlen die entsprechenden Einstellungen ändern. Geben Sie für das Dezimaltrennzeichen einen Punkt '.' und für die Zifferngruppierung ein Komma ',' ein.

11.7.4 Meßdaten mit MS Excel bearbeiten

Prüfen Sie zunächst, ob die Ländereinstellung/Zahlen in Ihrer Systemsteuerung korrekt gesetzt sind.

Anschließend starten Sie Excel und öffnen Sie die Datei mit den Meßdaten. Verändern Sie den Zeilenwert, ab welchem Excel die Daten importieren soll so ab, daß der Header nicht mit eingelesen wird.

Die Spaltenbreite ist variabel, als Trennungszeichen geben Sie das Leerzeichen an, wobei auch mehrere Leerzeichen in Folge auftreten dürfen.

Ggf. müssen Sie anschließend noch eine durch führende Leerzeichen in den Meßwertzeilen hervorgerufene 'leere' Spalte löschen.

11.8 Fehlermeldungen

drive is not ready

Als Ausgabeziel (Destination Device) wurde entweder ein Floppy Laufwerk oder eine Speicherkarte angegeben, aber es befindet sich kein Speichermedium im Diskettenschacht bzw. Speicherkarten Einschub. Drücken Sie ggf. mehrmals die *Esc* Taste, um die Fehlermeldung zu quittieren. Anschließend wählen Sie entweder ein neues Ausgabeziel oder legen ein Speichermedium ein.

operation not permitted

Bei einer Datenaufzeichnung ist ein schwerer Fehler aufgetreten. Zum Beispiel wurde während einer Aufzeichnung das Medium (Diskette oder Speicherkarte) entfernt.

output device too slow - stopped!

Das gewählte Ausgabeziel ist zu langsam für die anfallenden Daten. D.h. es werden mehr Daten vom Gerät ausgegeben, als das Ausgabegerät im gleichen Zeitraum verarbeiten kann. In diesem Fall wird die Ausgabe abgebrochen. Quittieren Sie die Fehlermeldung mit der *Esc* Taste und wählen Sie entweder ein anderes Ausgabegerät (Destination) oder reduzieren Sie die anfallende Datenmenge, indem Sie z.B. bei zyklischer Ausgabe die Zykluszeit erhöhen.

Die bis dato auf einem Speichermedium gespeicherten Werte sind auf jeden Fall gültig, da das LMG die Aufzeichnung im Abbruchfall ordnungsgemäß stoppt.

12 Verschiedenes

12.1 Häufig gestellte Fragen

12.1.1 Genauigkeit gemessener und berechneter Größen

Die Genauigkeit der direkt gemessenen Größen U, I und P kann der Tabelle im Kapitel 13.3.3, 'Genauigkeit', entnommen werden. Die folgende Beispielrechnung zeigt, wie man mit dieser Tabelle richtig umgeht und wie man den Fehler abgeleiteter Größen (z. B. λ) bestimmt.

Die Ablesewerte seien:

$U_{\text{rms}}=230.000\text{V}$, Bereich 250V, Spitzenwert-Meßbereich 400V

$I_{\text{rms}}=0.95000\text{A}$, Bereich 1.2A, Spitzenwert-Meßbereich 3.75A

$\lambda=0.25000$

$f=50.0000\text{Hz}$

$P=54.625\text{W}$, Bereich 300W, Spitzenwert-Meßbereich 1500W

AC Kopplung für das Meßsignal

Aus der oben genannten Tabelle kann man nun die Fehler des Meßwertes und des Meßbereichs einsetzen (hier sind selbstverständlich die Meßbereichsendwerte = Spitzenwerte einzusetzen):

$$\Delta U = \pm(0.05\% \text{ of } Rdg. + 0.05\% \text{ of } Rng.) = \pm(0.115\text{V} + 0.02\text{V}) = \pm 0.315\text{V}$$

$$\Delta I = \pm(0.05\% \text{ of } Rdg. + 0.05\% \text{ of } Rng.) = \pm(0.475\text{mA} + 1.875\text{mA}) = \pm 2.35\text{mA}$$

$$\Delta P = \pm(0.07\% \text{ of } Rdg. + 0.04\% \text{ of } Rng.) = \pm(38.24\text{mW} + 600\text{mW}) = \pm 0.638\text{W}$$

Warum muß man den Spitzenwert eines Messbereichs benutzen?

Analoge Messinstrumente benutzen den DC oder Effektivwert eines Signals um den wahren Wert anzuzeigen. Durch einige Eigenheiten der analogen Technik (Sättigung, nicht lineares Verhalten von Bauteilen, ...) kann es passieren, dass Signale mit einem großen Spitzenwert verzerrt werden. Daher mussten diese Messgeräte einen maximal erlaubten Crest-Faktor (=Verhältnis Spitzenwert zu Effektivwert) spezifizieren, bis zu dem die Genauigkeits-Spezifikationen garantiert werden konnten. Es gab aber kein wirklich hartes Limit für einen maximalen Spitzenwert. Bei diesen Geräten musste daher der Effektivwert des Messbereichs für die Fehlerrechnung benutzt werden.

Aber die Welt hat sich verändert: Die Signale sind mehr und mehr verzerrt und moderne Messgeräte, wie dieses LMG, benutzen AD-Wandler. Der Messbereich ist nun hart definiert

als der größte Wert, den der ADC wandeln kann. Der Effektivwert kann so groß sein wie der Spitzenwert (im Falle des DC), aber auch sehr viel kleiner (zum Beispiel bei einem Anlaufstrom). Aus diesem Grunde gibt es auch nur noch einen Messbereichs-Wert, den man zur Fehlerberechnung heranziehen und physikalisch rechtfertigen kann: Den Spitzenwert. Dieser entspricht dem Messbereich des ADC. Der Effektivwert sowie der nicht mehr benötigte Crest-Faktor können beliebig definiert werden: Ein 100Vpk Messbereich kann als 70Vrms mit Crestfaktor 1.43 oder auch als 5Vrms Bereich mit Crestfaktor 20 bezeichnet werden. Mit anderen Worten: Es macht Sinn, für ein Signal einen Crestfaktor zu definieren, dieser ist aber völlig sinnlos bei einem modernen digitalen Messgerät. Was sollte die physikalische Aussage sein? Wichtig ist, dass der Spitzenwert des Signals kleiner ist als der Messbereich des ADC!

Physikalisch macht es also keinen Sinn, den Effektivwert eines Messbereichs für die Fehlerberechnung bei einem modernen Meßgerät mit Abtastung heranzuziehen. Aus diesem Grunde spezifiziert ZES ZIMMER seine Genauigkeitsangaben über den physikalisch einzig sinnvollen Wert: Den Meßbereich des ADC oder kurz den Spitzenwert!

Der Leistungsfaktor berechnet sich zu:

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{U * I}$$

Der Fehler des Leistungsfaktors kann mit Hilfe des totalen Differentials bestimmt werden:

$$\Delta\lambda = \frac{\partial\lambda}{\partial P} * \Delta P + \frac{\partial\lambda}{\partial U} * \Delta U + \frac{\partial\lambda}{\partial I} * \Delta I$$

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta P}{U * I} - \frac{P * \Delta U}{I * U^2} - \frac{P * \Delta I}{I^2 * U}$$

$$\Delta\lambda = \frac{0.638W}{230V * 0.95A} + \frac{54.625W * 0.315V}{0.95A * (230V)^2} + \frac{54.625W * 2.35mA}{(0.95A)^2 * 230V}$$

$$\Delta\lambda = 0.0020$$

Dies sind die maximalen Fehler des Meßgerätes. Die typischen Fehler sind um den Faktor zwei bis fünf geringer.

Die relativen Meßfehler sind:

$$U \%_{measure} = \frac{\Delta U}{U} = 0.137\%$$

$$I \%_{measure} = \frac{\Delta I}{I} = 0.247\%$$

$$P\%_{measure} = \frac{\Delta P}{P} = 1.16\%$$

$$\lambda\%_{measure} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 0.78\%$$

Zu dem Meßfehler muß auch noch der Ablesefehler (1 digit) berücksichtigt werden:

$$U\%_{display} = \frac{0.01V}{230.0V} = 0.004\%$$

$$I\%_{display} = \frac{0.0001A}{0.95A} = 0.01\%$$

$$P\%_{display} = \frac{0.01W}{54.625W} = 0.02\%$$

$$\lambda\%_{display} = \frac{0.0001}{0.25} = 0.04\%$$

Hieraus ergeben sich die folgenden Meßergebnisse:

$$U_{trms} = (230.00 \pm 0.32)V$$

$$I_{trms} = (0.9500 \pm 0.0024)A$$

$$P = (54.625 \pm 0.638)W$$

$$l = 0.2500 \pm 0.0020$$

Wenn statt der AC Kopplung die AC+DC Kopplung benutzt wird, ergeben sich andere Fehler. In diesem Fall kann man einen Zusatzfehler von $\Delta I_{DC} = \pm 5mA$ bekommen. Dieser beeinflusst den Effektivwert wie folgt:

$$I_{trms} = \sqrt{I_{ac}^2 + I_{dc}^2}$$

$$\Delta I_{trms} = \pm \left(\frac{\partial I_{trms}}{\partial I_{ac}} * \Delta I_{ac} + \frac{\partial I_{trms}}{\partial I_{dc}} * \Delta I_{dc} \right)$$

$$\Delta I_{trms} = \pm \left(\frac{I_{ac}}{I_{trms}} * \Delta I_{ac} + \frac{I_{dc}}{I_{trms}} * \Delta I_{dc} \right)$$

Mit einer Ablesung von $I_{dc} = 0.00112A$ bekommt man:

$$\Delta I_{trms} = \pm \left(\frac{0.95A}{0.95A} * 2.35mA + \frac{1.12mA}{0.95A} * 5mA \right) = \pm 2.3559mA$$

Für die Wirkleistung hat man einen Zusatzfehler von $\pm 5 \text{ mW/V}_{\text{dc}}$. Somit bekommt man mit einer Ablesung von $U_{\text{DC}} = 0.013 \text{ V}$:

$$\Delta P_{\text{tot}} = \pm \left(\Delta P + 5 \frac{\text{mW}}{\text{V}} * U_{\text{DC}} \right) = \pm \left(0.638 \text{ W} + 5 \frac{\text{mW}}{\text{V}} * 13 \text{ mV} \right) = \pm 0.638065 \text{ W}$$

Für die Scheinleistung erhält man:

$$\Delta S = \pm \left(\frac{\partial S}{\partial U} * \Delta U + \frac{\partial S}{\partial I} * \Delta I \right)$$

$$\Delta S = \pm (I * \Delta U + U * \Delta I) = \pm (0.95 \text{ A} * 0.315 \text{ V} + 230 \text{ V} * 2.35 \text{ mA}) = \pm 0.83975 \text{ VA}$$

Bitte Beachten, daß in diesem Fall ΔI_{rms} für ΔI benutzt werden muß!

Bei der Benutzung externer Sensoren finden sich im ZES „Sensors and Accessories Manual“ Informationen, wie die Unsicherheit zusammen mit diesen berechnet wird.

12.1.2 Meßgenauigkeit bei nicht sinusförmigen Signalen

Die Meßgenauigkeiten sind üblicherweise nur für sinusförmige Signale angegeben. Der Grund dafür ist, daß auch die nationalen Kalibriernormale in der Regel nur mit Sinusgrößen arbeiten.

Zur Abschätzung des Fehlers bei nicht sinusförmigen Signalen, kann man das folgende Verfahren anwenden.

Als Beispiel soll ein Rechtecksignal mit 5V Spitzenwert, Impuls-Pausen-Verhältnis 50%, Gleichanteil 0V und einer Frequenz der Grundschiwingung 100Hz angenommen werden.

Für die Berechnung der Meßunsicherheit muß das Signal zunächst in seine Frequenzanteile zerlegt werden. Von den Effektivwerten der einzelnen Signalanteile ist jeweils der Fehler vom Meßwert zu berechnen. Dabei sind die für die jeweilige Frequenz gültigen Fehlerangaben entsprechend den technischen Daten einzusetzen. Alle diese Fehler sind geometrisch zu summieren (da es Effektivwerte verschiedener Frequenzen sind). Zu dieser Unsicherheit ist einmalig der Fehler vom Meßbereich bei der Frequenz mit der größten Amplitude (in der Regel der Grundschiwingung) zu addieren (einmalig deswegen, da dieser Anteil Fehler berücksichtigt, die bei allen Frequenzen gleichmäßig auftreten, wie z.B. Offsetfehler). Aus der so ermittelten Unsicherheit läßt sich der prozentuale Fehler berechnen. Die Spalten der nachfolgenden Tabelle enthalten die Werte:

- Frequenz (f / Hz)
- Effektivwert bei dieser Frequenz (U / V)
- Prozentualer Fehler dieser Komponente laut den Genauigkeitsangaben (% v.Mw.)
- Absoluter Fehler der Harmonischen (ΔU / mV)

f /Hz	U /V	Fehler in % von U	ΔU /mV
100	4.501	0.1	4.501
300	1.500	0.1	1.500
500	0.900	0.1	0.900
700	0.636	0.1	0.636
900	0.499	0.1	0.499
1100	0.408	0.2	0.816
1300	0.346	0.2	0.692
1500	0.300	0.2	0.600

Für das Beispiel wurden nur die Frequenzanteile von 100Hz bis 1500Hz berücksichtigt. Signalanteile mit höherer Frequenz erhöhen den Fehler nur noch unwesentlich. Die geometrische Summe aller absoluten Fehler der Harmonischen ergibt eine Unsicherheit von 5.05mV.

Dazu muß noch der Fehler des Meßbereiches addiert werden: 0.1% von 12.5V (Spitzenwert des Meßbereiches) = 12.5mV.

Die gesamte Unsicherheit beträgt somit 17.55mV, was bei einem Signal von 5V einem Fehler von 0.35% entspricht.

12.2 Funktionsstörung

Wenn Sie glauben, eine Fehlfunktion oder einen Defekt an einem LMG450 zu haben, füllen Sie bitte die folgende Seite aus und senden Sie sie an ZES. Bei Problemen mit vermeintlich falschen Meßwerten, wird zusätzlich die 2. Seite benötigt. Dazu bitte die Messung durchführen und bei den fraglichen Werten die *Freeze* Taste drücken. Die nun angezeigten Werte notieren.

Auf der beiliegenden CD findet sich das Programm LMG CONTROL. Dieses erlaubt es u.a., eine komplette Konfiguration incl. der zugehörigen Meßwerte aufzunehmen und in einer Datei zu speichern. Mit diesem Programm kann man also auch einen Funktionsstörungs-Bericht erstellen.

An:	Von:
	Name:
Z E S ZIMMER Electronic Systems GmbH	Firma:
Tabaksmühlenweg 30	Straße:
61440 Oberursel	PLZ, Ort:
Germany	Land:
Tel. ++49 (0)6171 / 628750	Tel:
Fax ++49 (0)6171 / 52086	Fax:

[illegible]

Measuring menu**Globals**

Cycle: _____ Aver: _____ Wiring: _____

Group A

Filter: _____ S-Cpl: _____
Couple: _____ Sync: _____

Group B

Filter: _____ S-Cpl: _____
Couple: _____ Sync: _____

Channel 1**Range menu**

U range: _____ V I range: _____ A
U range: auto/manuell I range: auto/manuell
U scale: _____ I scale: _____
Sensor: intern/extern Sensor-Typ, SN: _____

Voltage menu

Utrms: _____
Uac: _____
Udc: _____
Upp: _____
Upkp: _____
Upkn: _____
Urect: _____
Ucf: _____
Uff: _____

Current menu

Itrms: _____
Iac: _____
Idc: _____
Ipp: _____
Ipkp: _____
Ipkn: _____
Irect: _____
Icf: _____
Iff: _____
Iinr: _____

Power menu

P: _____
Q: _____
S: _____
PF: _____
f: _____
Z: _____
Rser: _____
Xser: _____

Channel 2**Range menu**

U range: _____ V I range: _____ A
U range: auto/manuell I range: auto/manuell
U scale: _____ I scale: _____
Sensor: intern/extern Sensor-Typ, SN: _____

Voltage menu

Utrms: _____
Uac: _____
Udc: _____

Current menu

Itrms: _____
Iac: _____
Idc: _____

Power menu

P: _____
Q: _____
S: _____

Upp: _____	Ipp: _____	PF: _____
Upkp: _____	Ipkp: _____	f: _____
Upkn: _____	Ipkn: _____	Z: _____
Urect: _____	Irect: _____	Rser: _____
Ucf: _____	Icf: _____	Xser: _____
Uff: _____	Iff: _____	
	Iinr: _____	

Channel 3

Range menu

U range: _____V	I range: _____A
U range: auto/manuell	I range: auto/manuell
U scale: _____	I scale: _____
Sensor: intern/extern	Sensor-Typ, SN: _____

Voltage menu

Utrms: _____
 Uac: _____
 Udc: _____
 Upp: _____
 Upkp: _____
 Upkn: _____
 Urect: _____
 Ucf: _____
 Uff: _____

Current menu

Itrms: _____
 Iac: _____
 Idc: _____
 Ipp: _____
 Ipkp: _____
 Ipkn: _____
 Irect: _____
 Icf: _____
 Iff: _____
 Iinr: _____

Power menu

P: _____
 Q: _____
 S: _____
 PF: _____
 f: _____
 Z: _____
 Rser: _____
 Xser: _____

Channel 4

Range menu

U range: _____V	I range: _____A
U range: auto/manuell	I range: auto/manuell
U scale: _____	I scale: _____
Sensor: intern/extern	Sensor-Typ, SN: _____

Voltage menu

Utrms: _____
 Uac: _____
 Udc: _____
 Upp: _____
 Upkp: _____
 Upkn: _____
 Urect: _____
 Ucf: _____
 Uff: _____

Current menu

Itrms: _____
 Iac: _____
 Idc: _____
 Ipp: _____
 Ipkp: _____
 Ipkn: _____
 Irect: _____
 Icf: _____
 Iff: _____
 Iinr: _____

Power menu

P: _____
 Q: _____
 S: _____
 PF: _____
 f: _____
 Z: _____
 Rser: _____
 Xser: _____

Man kann diese Werte auch direkt ausdrucken.

Bitte fügen Sie auch noch eine Skizze der Anschaltung des LMG450 und des Prüflings bei.

12.3 Wartung

12.3.1 Kalibrierung

Dieses Präzisions-Leistungsmeßgerät ist ein High-End Instrument. Man kann seine vollen Fähigkeiten nur ausschöpfen, wenn es ordentlich justiert und kalibriert wurde. Speziell bei Kalibrierungen in Lanoratorien Dritter treten häufig unnötige Probleme auf. Daher beachten Sie bitte folgende Punkte, wenn Sie eine Kalibrierung in einem fremden Labor durchführen lassen:

- Die dort benutzte Referenz hat möglicherweise nicht die erforderliche Genauigkeit, speziell bei Wechselstrom-Wirkleistung.
Ein sehr häufiger Fehler ist es, daß die Referenz-Quellen, von manchen Herstellern gerne als „Kalibrator“ bezeichnet, nicht die hinreichende Meßunsicherheit haben um dieses Meßgerät zu kalibrieren. Diese Kalibratoren sind sehr nützlich für handgehaltene Multimeter, bereiten aber bei Probleme bei der Kalibrierung von hochgenauer Wirkleistung. Ein beliebter Kandidat für diesen Fehler ist der Fluke 5500A.
Man muß immer vor Augen haben, daß der Kalibrator mindestens Faktor 3 genauer sein muß, da sonst dieses Meßgerät den Kalibrator kalibriert!
- Die Referenz mag für Strom oder Spannung rückführbar kalibriert sein, es ist aber sehr selten, daß Referenzen für Wirkleistung mit der erforderlichen Genauigkeit rückführbar sind. Trotzdem ist es leider gängige Praxis, daß Laboratorien Wirkleistung kalibrieren, obwohl nur Strom und Spannung rückführbar sind. Dies passiert leider auch renomierten Laboratorien innerhalb von DKD, UKAS,
Hier passiert es regelmäßig, daß Strom und Spannung akkreditiert sind, Wirkleistung jedoch nicht. Diese Protokolle sind bezüglich der Wirkleistung daher wertlos!

Wenn eine Kalibrierung durch einen Dritten durchgeführt wird, sollten zumindest die nachfolgenden Punkte enthalten sein, um eine korrekte Funktion des Meßgerätes zu gewährleisten::

- Strom und Spannung von allen Meßbereichen in der Nähe von 50Hz.
- Eine repräsentative Auswahl von Strom/Spannungs-Kombinationen, um Fehler bei den Leistungswerten einzugrenzen.

Der ZES ZIMMER Kalibrier-Service bietet eine rückführbare Kalibrierung aller relevanter Parameter und arbeitet streng nach der IEC17025. Unsere Wirkleistungsmessung ist direkt auf die PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig) rückführbar.

Ein weiterer Vorteil unseres Service ist, daß im Falle einer notwendigen Reparatur keine zeitraubende und kostenintensive Verschickung notwendig ist.

12.3.1.1 Anforderungen an das Referenzmeßgerät

Wenn Kalibrierungen ohne die Hilfe von ZES ZIMMER durchgeführt werden sollen, muß das dabei verwendete Referenzmeßgerät mindestens um den Faktor 3 genauer sein, als das LMG450. Besser ist ein Faktor von 5 bis 10.

Für die Festlegung der erlaubten Fehlergrenzen des LMG siehe auch 12.1.1, 'Genauigkeit gemessener und berechneter Größen'

12.3.2 Justierung

Die Justierung muß bei $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ durchgeführt werden.

ZES ZIMMER bietet prinzipiell eine Möglichkeit an, Geräte außerhalb unseres Werkes zu justieren, wenn gewisse technische Voraussetzungen erfüllt sind. Weitere Informationen dazu erhalten Sie unter sales@zes.com

12.3.3 Nullpunktabgleich

Die Nullpunkte des LMG450 können abgeglichen werden, ohne daß das Gerät eingeschickt werden muß.

Zunächst müssen **ALLE** relevanten Meßkabel entfernt und in den normalen Meßmodus geschaltet werden. Nun ist der Spannungseingang (U* und U) kurzzuschließen. Kurzschließen bedeutet nicht, die beiden Buchsen irgendwie miteinander zu verbinden, sondern die kürzest mögliche Verbindung herzustellen, bei der sich eine Leiterschleife mit minimaler Fläche ergibt!

Wenn man auch externe Sensoren abgleichen möchte, müssen diese jetzt angeschlossen und im Range-Menü ausgewählt werden. Es darf aber kein Signal durch die Sensoren geführt werden.

Das Gerät muß 2h warmlaufen.

Mit **Z-Adj UChn** bzw. **Z-Adj IChn** im *Misc* Menü wird der Abgleich gestartet (siehe 4.4.1, 'Misc.'). Wenn alles richtig aufgebaut ist, kann jetzt mit *Enter* geantwortet werden. Nach ca. 1 Minute erscheint eine Meldung, daß der Abgleich durchgeführt wurde.

Wenn Sie sich hinsichtlich des Abgleichs unsicher sind, setzen Sie sich bitte mit dem Hersteller in Verbindung.

Dieser Abgleich bleibt bis zum Ausschalten des Gerätes gespeichert. Beim Neustart werden wieder die Werte der letzten Justierung geladen, der Nullpunktabgleich ist ggf. neu durchzuführen.

12.3.4 Lüfter

In regelmäßigen Abständen ist das Luftfilter des Lüfters neben der Netzzuleitung zu reinigen (je nach Umgebung ca. 2 mal pro Jahr). Das Filter ist nach Entfernung der Abdeckung zugänglich. Dabei sollte der Lüfter auf korrekte Funktion hin überprüft werden.

12.3.5 Batterie

In dem Gerät befindet sich eine Lithium-Batterie für die Datenerhaltung. Dieser sollte nach maximal 8 Jahren oder im Fall von Problemen überprüft werden.

Bei Geräten mit gesockelter Batterie, kann man diese leicht selber austauschen. Bei Geräten mit gelöteter Batterie wird empfohlen, die Batterie in unserem Service-Center tauschen zu lassen.

12.3.6 Software Update

Die Software des LMG450 kann vom Anwender leicht auf den aktuellen Stand gebracht werden. Man bekommt die Software über das Internet (<http://www.zes.com>) oder direkt über ZES. Man benötigt einen PC, ein serielles Kabel, das zwischen COM1 des PC und COM A des LMG450 gesteckt wird. Das Kabel muß ein 1:1 Kabel ohne Nullmodemfunktion o.ä. sein, bei dem alle Adern durchverbunden sind (siehe 10.3.1.1, 'COM A, RS232').

Beim Start des Updateprogramms werden ausführliche Hinweise gegeben, wie die Geräte zu verbinden sind, ...

12.4 Hinweise zum Betrieb eines LMG450 an einem Wechselrichter

Die Meßgeräte der Serie LMG sind immer nach Schutzklasse 1 ausgelegt. Das bedeutet, daß ein Betrieb ohne Schutzleiter generell nicht erlaubt ist. Ein Wechselrichter hat in der Regel keinen Schutzleiterausgang. In diesem Fall muß das LMG über den zusätzlichen Schutzleiter-/Erdungsanschluß auf der Geräterückseite mit einem geeigneten Schutzleiterpotential verbunden werden! Dabei sind die für die jeweilige Arbeitsumgebung gültigen Sicherheitsvorschriften zu beachten.

13 Technische Daten

13.1 Allgemein

Anzeige:	Farbanzeige, Auflösung 320x240 Pixel
Hilfsversorgung:	85...264V, 47...440Hz, ca. 45W, 2 Sicherungen 5x20mm T1A/250V IEC127-2/3
Lagertemperatur:	-20°C to +50°C
Sicherheit:	EN61010-1, Datum entsprechend der Konformitätserklärung Normale Umgebungsbedingungen: Verwendung in Innenräumen, Höhe bis 2000m, Temperaturbereich 5°C bis 40°C, höchste relative Luftfeuchte 80% für Temperaturen bis 31°C, linear abnehmend bis 50% relativer Luftfeuchte bei 40°C Versorgung: Meßkategorie II, Verschmutzungsgrad 2 Meßeingänge: Meßkategorie III, Verschmutzungsgrad 2 IP20 nach EN60529
EMV:	EN61326-1, Datum entsprechend der Konformitätserklärung EN61000-3-2, Datum entsprechend der Konformitätserklärung EN61000-3-3, Datum entsprechend der Konformitätserklärung
Maße:	Tischgerät: 320mm (B) x 148mm (H) x 307mm (T) 19“ Version: 63TE x 3HE x 360mm
Gewicht:	7.5kg

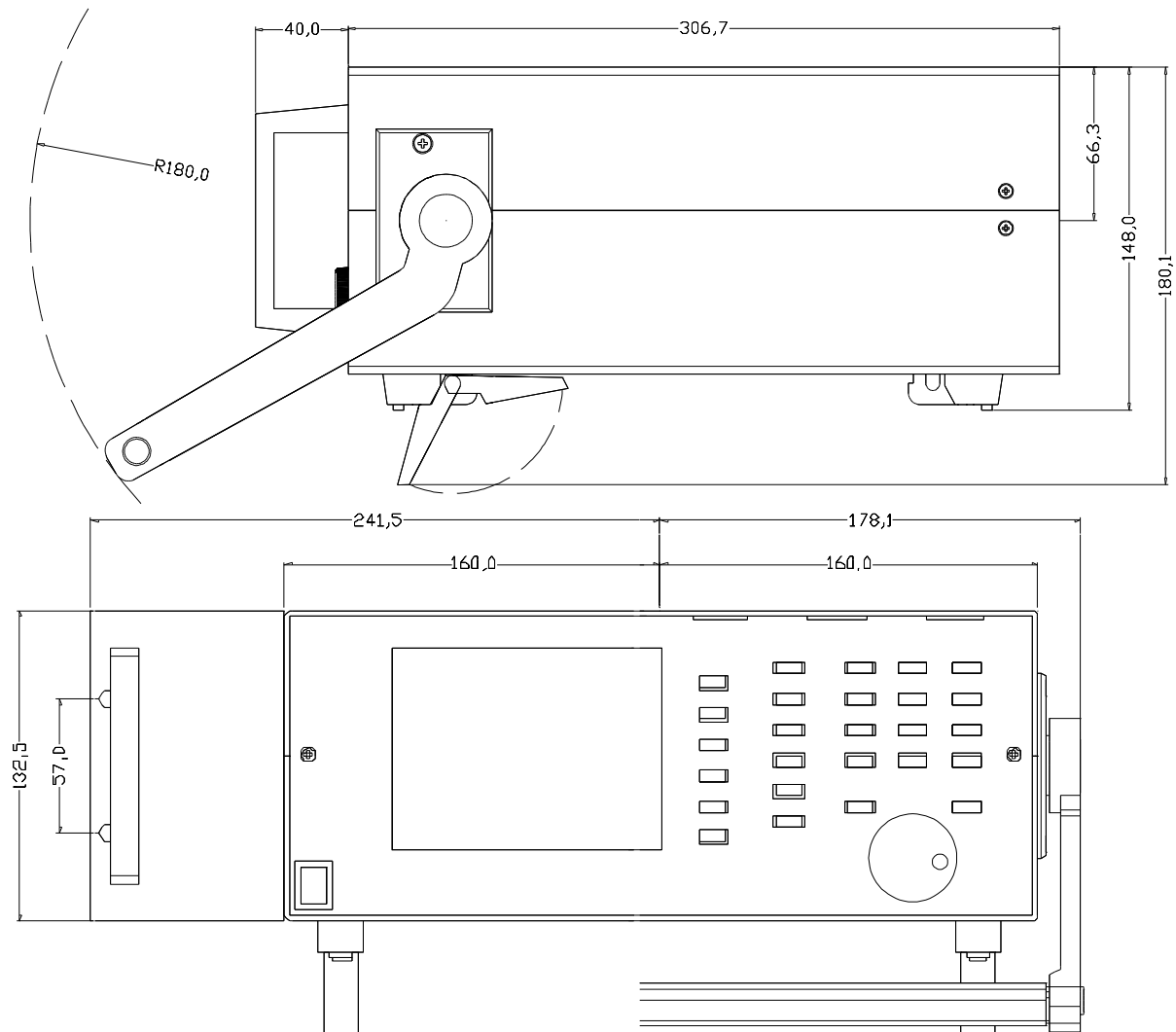


Bild 43: Maße des LMG450

Das obige Bild stellt das Gerät mit 'Ohren' für den 19" Einbau und mit zusätzlichem Tragegriff dar.

13.2 Anzeige der Meßwerte

Die Meßwerte werden generell 5stellig angezeigt. Die Position des Dezimalpunktes ist fest auf die Position gesetzt, die sich aus der Darstellung des maximal zulässigen Effektivwertes ergibt.

Wenn der gemessene Effektivwert kleiner als 1.5% des 'meßbaren Effektivwertes' des Meßbereiches ist, werden die Meßwerte des betroffenen Kanals als 0.0 angezeigt. Zum Beispiel bekommt man im 0.6A Strommeßbereich Werte von 19.5mA...1.875A und 0.000A angezeigt. Die Nullpunktunterdrückung kann deaktiviert werden, siehe 4.4.1, 'Misc.'

13.3 Meßkanäle

13.3.1 Abtastung

Die Abtastung wird auf allen Kanälen mit etwa 50kHz pro Kanal durchgeführt.

13.3.2 Meßbereiche

Spannungsmeßbereiche

Nennwert Meßbereich / V	6	12.5	25	60	130	250	400	600
Meßbare Eff. Wert / V	7.2	14.4	30	60	130	270	560	720
Zulässiger Spitzenwert / V	12.5	25	50	100	200	400	800	1600

Überlastfestigkeit 600V dauernd, 1500V für 1s

Eingangswiderstand 1M Ω , 10pF

Erddkapazität 280pF

Gleichtaktfehler (gemessen bei 100V Gleichtaktsignal bei verschiedenen Frequenzen im 6V Bereich ohne HF-Rejection Filter):

50Hz 0V

5kHz <0.01V

10kHz <0.02V

20kHz <0.05V

100kHz <0.12V

Gleichtaktfehler (gemessen bei 100V Gleichtaktsignal bei verschiedenen Frequenzen im 6V Bereich mit HF-Rejection Filter):

50Hz 0V

5kHz <0.01V

10kHz <0.02V

20kHz <0.01V

100kHz 0V



Bitte beachten!

Der 'Meßbare Effektivwert' ist der größte Effektivwert, der gemessen werden kann.

Daß heißt nicht, daß dieser Wert auch gemessen werden darf, wenn Sicherheitsnormen dem entgegenstehen!

Strommeßbereiche

Nennwert Meßbereich / A	0.6	1.2	2.5	5	10	16
Meßbarer Eff. Wert / A	1.3	2.6	5.2	10	18	18
Zulässiger Spitzenwert / A	1.875	3.75	7.5	15	30	60

Überlastfestigkeit 18A dauernd, 50A für 1s, 150A für 20ms

Eingangswiderstand Ri 2m Ω

Erddkapazität 10pF

Gleichtaktfehler (gemessen bei 100V Gleichtaktsignal bei verschiedenen Frequenzen in beliebigem Bereich ohne HF-Rejection Filter):

50Hz	0mA
5kHz	<0.5mA
10kHz	<1.1mA
20kHz	<2.4mA
100kHz	<8.0mA

Gleichtaktfehler (gemessen bei 100V Gleichtaktsignal bei verschiedenen Frequenzen in beliebigem Bereich mit HF-Rejection Filter):

50Hz	0mA
5kHz	<0.2mA
10kHz	<0.9mA
20kHz	<0.6mA
100kHz	0mA

Kanaltrennung

Kapazität zwischen U und I 10pF

Eine Gleichtaktspannung von 100V an einem Spannungskanal wird bei den benachbarten Stromkanälen bei verschiedenen Frequenzen folgende Fehler hervorrufen (ohne HF-Rejection Filter):

10kHz	0mA
20kHz	<0.6mA
100kHz	<2.0mA

Eine Gleichtaktspannung von 100V an einem Spannungskanal wird bei den benachbarten Stromkanälen bei verschiedenen Frequenzen folgende Fehler hervorrufen (mit HF-Rejection Filter):

10kHz	0mA
20kHz	0mA
100kHz	0mA

Eine Gleichtaktspannung von 100V an einem Stromkanal wird bei den benachbarten Spannungskanälen bei verschiedenen Frequenzen folgende Fehler hervorrufen (ohne HF-Rejection Filter):

10kHz	<0.4mV
20kHz	<1.0mV
100kHz	<1.3mV

Eine Gleichtaktspannung von 100V an einem Stromkanal wird bei den benachbarten Spannungskanälen bei verschiedenen Frequenzen folgende Fehler hervorrufen (mit HF-Rejection Filter):

10kHz	<0.4mV
-------	--------

20kHz 0mV
 100kHz 0mV

Spannungseingänge für Strommessungen mittels potentialtrennender Stromsensoren

Nennwert Meßbereich / V	0.12	0.25	0.5	1	2	4
Meßbarer Eff. Wert / V	0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5
Zulässiger Spitzenwert / V	0.25	0.5	1	2	4	8

Überlastfestigkeit 100V dauernd, 250V für 1s

Eingangswiderstand 100k Ω , 10pF

Gleichtaktunterdrückung >134dB (gemessen mit 100V bei 100kHz)

13.3.3 Genauigkeit

Ein Beispiel, wie mit den Fehlerangaben umzugehen ist, findet man in 12.1.1, 'Genauigkeit gemessener und berechneter Größen'

Meßgenauigkeit

Die Werte sind zu lesen als $\pm$ (% vom Meßwert + % vom Meßbereich)

Frequenz/Hz	DC	1Hz-1kHz	1kHz-5kHz	5kHz-20kHz
Spannung	0.2+0.2	0.1+0.1	0.2+0.2	0.3+0.4
Strom direkt gemessen	0.4+0.4	0.15+0.1	0.2+0.2	0.5+0.5
Wirkleistung direkt gemessen	0.5+0.5	0.2+0.1	0.3+0.2	0.6+0.5
Strom über Spannungseingang	0.2+0.2	0.1+0.1	0.2+0.2	0.3+0.4
Wirkleistung über Spannungseingang	0.3+0.3	0.15+0.1	0.3+0.2	0.6+0.5

Nur bei AC-Kopplung

Frequenz/Hz	45...65Hz
Spannung	0.05+0.05
Strom direkt gemessen	0.05+0.05
Wirkleistung direkt gemessen	0.07+0.04
Strom über Spannungseingang	0.05+0.05
Wirkleistung über Spannungseingang	0.07+0.07

Bei DC-Kopplung muß die erste Tabelle benutzt werden!

Die Genauigkeiten gelten bei:

1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen
2. Umgebungstemperatur (23 $\pm$ 3)°C, keine zusätzliche Heizung oder Kühlung (z.B. Sonnenbestrahlung oder Luftstrom)
3. Anwärmzeit 1h

4. Leistungmeßbereich ist das Produkt aus Strom- und Spannungsmessbereich, $0 \leq |\lambda| \leq 1$
5. Aussteuerung $\geq 10\%$ und $\leq 110\%$ vom Meßbereich
6. Kalibrierintervall 1 Jahr
7. Justierung wurde bei 23°C durchgeführt

Temperatureinfluß: 0.02% vom Meßwert / K
1.5mA/K DC-Drift

Einfluß der Signalkopplung

AC Kein Einfluß

AC+DC Strom: Zusätzlicher DC-Strom-Fehler von $<\pm(5\text{mA})$
Wirkleistung: Zusätzlicher DC Fehler von $<\pm(5\text{mAV}^2/U_{\text{DC}})$

13.3.4 Spezialabgleich für Trafomessungen (L45-O12)

Diese Option verbessert die Meßgenauigkeit der Wirkleistung unter folgenden Bedingungen:

1. AC coupling
2. 45...65Hz
3. PF>0.01

Die Genauigkeit unter diesen Bedingungen ist $\pm (0.07\%$ vom Meßwert + 0.02% vom Meßbereich). Alle Randbedingungen der vorhergehenden Kapitel gelten weiter.

Mit dieser Option ist der Phasenfehler zwischen Strom- und Spannungskanal $<0.012^\circ$ bei 50Hz. Ohne die Option wäre er $<0.046^\circ$.

13.3.5 Modifizierter Spannungskanal auf 1kV (L45-O15)

Mit Hilfe dieser Option ist es erlaubt, bis zu 1000V effektiv zu messen. Die genaue Spezifikation ist:

Rated range value / V	6	12.5	25	60	130	250	400	1000
Measurable TRMS value / V	7.2	14.4	30	60	130	270	560	999.9
Permissible peak value / V	12.5	25	50	100	200	400	800	1600

Max. Spannung U* gegen U und PE: 1000V Arbeitsspannung, 1600V Spitzenwert der Arbeitsspannung, 1000V transiente Überspannungen

Max. Spannung U gegen PE: 600V/CATIII oder 1000V/CATII

13.4 ZES Stromsensoren

Die meisten ZES Sensoren haben ein EEPROM implementiert, in welches Name, Skalierung, Meßbereiche, Justier- und Laufzeitwerte abgelegt werden können. Das LMG erkennt automatisch diese Sensoren und stellt die entsprechenden Werte im Range-Menü ein. Zusätzlich werden einige Fehler der Sensoren (Übersetzungsfehler, Laufzeiten) korrigiert. Somit bekommt man die bestmöglichen Meßergebnisse mit den Sensoren.

Durch das EEPROM bieten diese Sensoren eine Plug&Play Lösung für die Messung. Durch die Benutzung der Sensoreingänge stehen den Sensoren mehrere Meßbereiche zur Verfügung, was die Dynamik stark erhöht.

Es steht ein großes Spektrum an Sensoren zur Verfügung:

- Stromzangen, Transformatoren, Hall Sensoren, Flußkompensierte Wandler, flexible Rogowski Sensoren, Shunts, ...
- Genauigkeit bis zu <0.01%
- Frequenzbereich von DC bis zu mehreren hundert kHz
- Ströme von <<1A bis zu mehreren kA

Für die exakten Specifications findet man auf der beigefügten CD ein ausführliches Handbuch zu den Sensoren. Falls diese CD fehlen sollte oder dieses Dokument nur als PDF Datei vorliegt, kann man das Sensor-Handbuch per Email anfordern von: 'sales@zes.com'.

Hinweise, wie mehrere Sensoren an einem Kanal betrieben werden können, finden sich in Kapitel 14.1.2.1, 'Mehrere Sensoren in einem Prüfstand'

13.5 Filter

13.5.1 HF-Rejection Filter

Das analoge HF-Rejection Filter hat folgende Eigenschaften:

Frequenz / Hz	Dämpfung / dB
10	0.0019
20	0.0005
50	0
100	-0.0004
200	-0.0014
500	-0.0086
1000	-0.0319
2000	-0.1459
5000	-0.8350
10000	-3.16
20000	-14.45
50000	-49.45

13.6 prCE Harmonics

Die relative Abweichung zwischen f_1 und der Frequenz f_{syn} , auf welche die Abtastrate synchronisiert ist, ist $<0.015\%$ von f_1 unter stationären Bedingungen.

Genauigkeit

Nach EN61000-4-7 Ed. 2.0:

$$\begin{aligned} \text{U: } U_m \geq 1\% U_{\text{nom}}: & \pm 5\% U_m \\ U_m < 1\% U_{\text{nom}}: & \pm 0.05\% U_{\text{nom}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I: } I_m \geq 3\% I_{\text{nom}}: & \pm 5\% I_m \\ I_m < 3\% I_{\text{nom}}: & \pm 0.15\% I_{\text{nom}} \end{aligned}$$

Mit

m = Meßwert

$_{\text{nom}}$ = Nennwert des Meßbereiches

Bitte beachten

Der Einfluß des Anti-Aliasing Filters ist bei den Harmonischen kompensiert. Die Werte U_{trms} , I_{trms} und P sind jedoch nicht kompensiert, da sie aus den Abtastwerten berechnet werden und nicht aus den Harmonischen. Somit sind in diesen 3 Größen auch Zwischenharmonische und höherfrequente Signalanteile enthalten, die von den angezeigten Harmonischen nicht erfaßt werden. Es ist deshalb nicht möglich, diese Signale zu korrigieren! Diese Werte können aus dem selben Grund auch deutlich größer sein, als die aus den Harmonischen berechneten Werte (je nach Signal).

13.7 CE Flicker

Entsprechend der Norm EN61000-4-15:2011 bzw. IEC61000-4-15:2010 ist ein Klasse F1 Flickermeter implementiert.

Genauigkeit

Flickermeter: $\pm 5\%$ nach EN61000-4-15

d-Meter: $\pm 0.15\%$ der Nennspannung nach EN61000-3-3

13.8 HARM100 Modus

Amplitudenfehler

Der Fehler der Harmonischen mit dem größten Betrag $H_{\max}$ (üblicherweise die Grundschiwingung) sowie des DC Anteils (H_{00}) werden so bestimmt, als ob jede dieser Komponenten alleine vermessen wurde.

Die Fehler der übrigen Harmonischen (H_{01} , H_{02} , ...) ergeben sich zu:

$$\pm(0,5 \cdot \text{Fehler } H_{\max} + 0,02\% \text{ von } H_{\max} / \text{kHz})$$

Dieser Fehler gilt, wenn die Amplitude der Harmonischen $>0.1\%$ des Bereichsspitzenwertes ist.

Phase

$$\pm(0.15^\circ + 0.25^\circ / \text{kHz})$$

Dieser Fehler gilt, wenn die Amplitude der Harmonischen $>0.1\%$ des Bereichsspitzenwertes ist.

13.9 Prozeßsignalschnittstelle (Option L45-O3)

Die folgenden funktionalen Gruppen sind untereinander isoliert (für Details siehe 14.6, 'Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle'. Die Arbeitsspannung zwischen den Gruppen darf maximal 25V betrage. Die Testspannung ist 500V.

Die analogen Ein- und Ausgänge sind für nominell $\pm 10V$ ausgelegt, können aber auch mit bis zu 12V bzw. 11V betrieben werden.

Die Prozeßsignalschnittstelle kann mit ein oder zwei Baugruppen bestückt werden, von denen jede die folgenden Ein- und Ausgänge bietet:

- Vier Analogausgänge mit $\pm 10V$. Die Ausgangswerte werden bei normalen Meßwerten am Ende jedes Meßzyklus aktualisiert. Mit diesen Ausgängen kann das LMG als Meßkonverter betrieben werden. Alle Ausgänge haben eine gemeinsame Masse (AOut_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.
- Vier Analogeingänge mit $\pm 10V$. Sie werden nach jedem Meßzyklus aktualisiert. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse (AIn_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.
- Vier Digitalausgänge (open collector Ausgänge). Sie werden nach jedem Meßzyklus aktualisiert. Die Digitalausgänge haben eine gemeinsame Masse (DOut_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.

- Vier Digitaleingänge. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse (DIn_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.
- Zwei Frequenzeingänge. Damit kann die Frequenz und Richtung eines Drehimpulsgebers bestimmt werden. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse, die identisch ist mit der Masse der Hilfsversorgung (Aux_F_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt. An F_In1 wird die Frequenz bestimmt, an F_In2 die Drehrichtung.
- Hilfsversorgung. Hier werden $\pm 5V$ zur Verfügung gestellt. Die Masse ist identisch mit der Masse der Frequenzeingänge (Aux_F_GND).

Der Anschlußstecker ist wie folgt belegt:

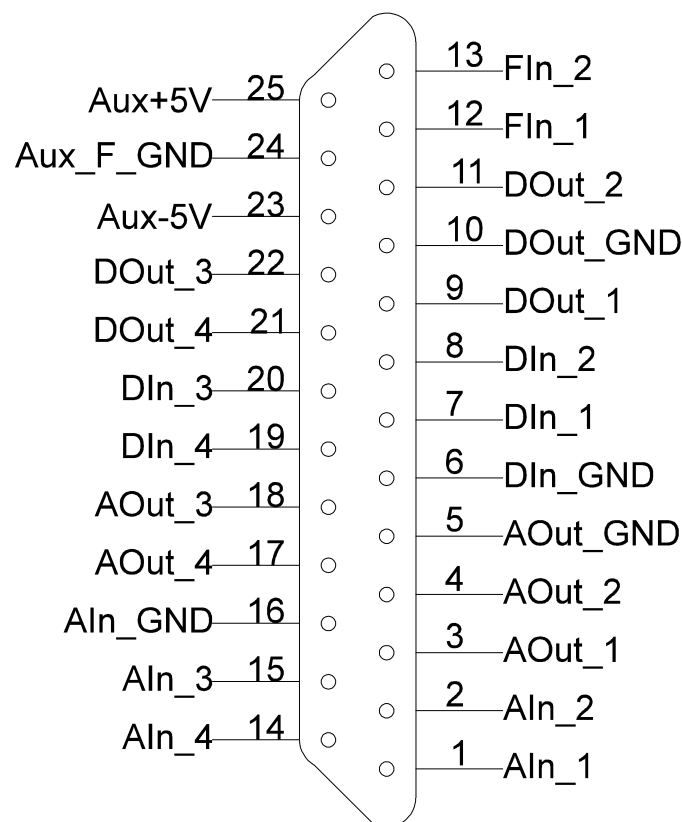


Bild 44: Pinbelegung Prozeßsignalschnittstelle

Die Menüs zur Bedienung dieser Schnittstelle finden sich in 4.4.2.2, 'Prozeßsignalschnittstelle (Option L45-O3)'.

13.9.1 Analogeingänge

Auflösung: 16Bit

Genauigkeit: $\pm(0.05\% \text{ vom Meßwert} + 0.05\% \text{ vom Meßbereich})$

Eingangssignal: $\pm 12V$

Überlastfestigkeit: -25...+25V

Eingangswiderstand: 100k Ω

13.9.2 Analogausgänge

Wandelrate: einmal pro Meßzyklus

Auflösung: 16Bit

Genauigkeit: $\pm(0.05\%$ vom Ausgangswert + 0.05% vom Endwert)

Ausgangssignal: $\pm 11V$

Last: Lastwiderstand >2k Ω

13.9.3 Digitaleingänge

Eingangssignal: $U_{lowmax}=1V$, $U_{highmin}=4V@2mA$, $U_{highmax}=60V@3mA$

13.9.4 Frequenzeingänge

Eingangssignal: $U_{lowmax}=1V$, $U_{highmin}=4V$, $U_{highmax}=10V$

Eingangswiderstand: 100k Ω

Maximale Frequenz: 5MHz

Genauigkeit: $\pm 100ppm$ vom Meßwert

13.9.5 Digitalausgänge

Die Digitalausgänge sind als 'open collector' ausgeführt, siehe auch 14.6, 'Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle'

Ausgang hochohmig: max 30V@100 μA

Ausgang niederohmig: max. 1.5V@100mA

13.9.6 Hilfsversorgung

Ausgangsspannung: $\pm 5V$, 10% @ 50mA

13.9.7 Frequenz-/Richtungs-Eingang

Inkrementalsensoren ohne Richtungsinformation

Diese werden nur an FIn_1 angeschlossen. FIn_2 bleibt offen!

Inkrementalsensoren mit Richtungsinformation

Die Frequenzspur (in der Regel Track A) kommt an FIn_1.

Die Richtungsspur (in der Regel Track B) kommt an FIn_2.

Eine positive Frequenz wird angezeigt, wenn das Richtungssignal bei der steigenden Flanke des Frequenzsignals HIGH ist.

Eine negative Frequenz wird angezeigt, wenn das Richtungssignal bei der steigenden Flanke des Frequenzsignals LOW ist.

Wenn das dem gewünschten Vorzeichen entgegensteht, muß man entweder die Signal vertauschen oder eine negative Frequenzskalierung benutzen.

13.10 Zeitbasis

Die Zeitbasis beeinflusst die Genauigkeit der Uhr und der Energiemessung im LMG. Die Unsicherheit beträgt $\pm 100\text{ppm}$.

13.11 Frequenzmessung

0.05Hz...20kHz, $\pm 100\text{ppm}$ vom Meßwert

13.12 Abtastwertespeicher

Größe: 65536 Worte: 1/3 davon für jeden Leistungsmeßkanal. Dieses 1/3 ist für u, i und p jedes Kanals zusammen!

Mit Option L45-O5 oder L45-O7 :

4194304 Worte: 1/3 davon für jeden Leistungsmeßkanal. Dieses 1/3 ist für u, i und p jedes Kanals zusammen!

14 System Architektur

14.1 Weitere Anschlüsse

14.1.1 Externe Synchronisation (Sync.)

14.1.1.1 Die Anschlußbuchse "Sync."

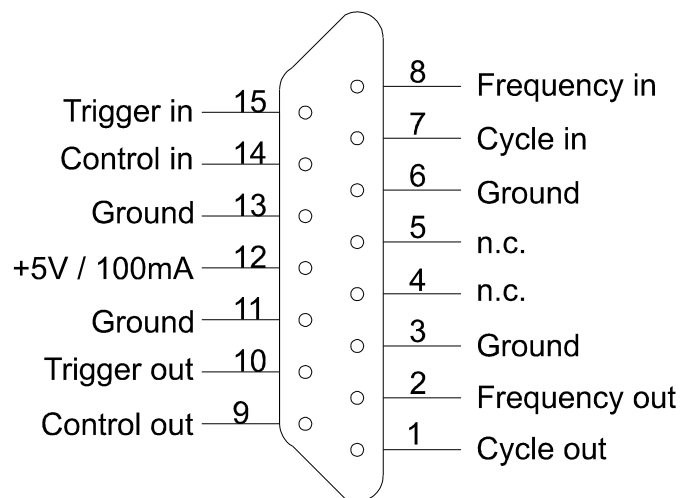


Bild 45: Sync. Anschluß

14.1.1.2 Anschlußbelegung "Sync-Buchse"

Zum Anschluß wird ein 15 poliger SUB-D Stecker benötigt, mit folgenden Belegungen:

Pin	Bedeutung	Pin	Bedeutung
1	Cycle out	9	Control out
2	Frequency out	10	Trigger out
3	Ground	11	Ground
4	Nicht belegen!	12	+5V / 100mA
5	Nicht belegen!	13	Ground
6	Ground	14	Control in
7	Cycle in	15	Trigger in
8	Frequency in		

14.1.1.3 Pegel der Signale

Alle Eingänge und Ausgänge haben CMOS-Treiber mit 5V Pegel. Zur Versorgung von externen Sensoren/Treibern wird eine Hilfsspannung von 5V mit einer maximalen Belastung

von 100mA an Pin 12 bereitgestellt.

Alle Eingänge und Ausgänge sind low aktiv (0V), der Ruhepegel ist high (+5V).

14.1.1.4 Funktion der Signale

Frequenz Eingang (Frequency in)

Maximal 500kHz Frequenz synchron zur Frequenz des Meßsignals. Wenn das LMG auf ext. Sync. eingestellt ist, wird diese Frequenz zur Synchronisation genutzt.

Die steigende Flanke dieses Signals simuliert einen positiven Nulldurchgang im Sync-Detektor.

Frequenz Ausgang (Frequency out)

Meßfrequenz der Meßgruppe A, je nach gewählter Synchronquelle dieser Gruppe.

Control Eingang (Control in)

Steuerung der Energiemessung. Die Integration wird rückgesetzt (wenn nicht summing mode aktiviert) und gleichzeitig wieder gestartet bei Übergang des Signals von high zu low, gestoppt wird bei Übergang von low zu high. Die Übergänge können folgendermaßen interpretiert werden:

high	→	low	Start
low	→	high	Stop

Control Ausgang (Control out)

Status der Energiemessung: High-Pegel bei inaktiver Integration, Low-Pegel bei aktiver Integration.

Cycle Eingang (Cycle in)

Meßzyklussteuerung. Die Periode muß größer als 50ms und kleiner als 60 Sekunden sein. Das Tastverhältnis kann 50% betragen. Die Periode muß ebenfalls größer sein als die Meßsignalperiode. Beispiel: Zur Messung eines 5Hz Signals muß der Meßzyklus größer als 200ms sein. Achtung: Nur mit gültigen Steuerperioden verwenden, sonst kann es zu Störungen der Geräte führen. Dieser Eingang wird im Normalfall nicht benötigt.

Die steigende Flanke dieses Signals beendet einen Meßzyklus und startet gleichzeitig einen neuen.

Cycle Ausgang (Cycle out)

Puls ca. 10µs pro Meßzyklus

Trigger Eingang/Ausgang (Trigger in/out)

Nicht verwendet

14.1.1.5 Synchronisiertes Messen von zwei LMG450

14.1.1.5.1 Allgemeines

Zwei Leistungsmeßgeräte LMG450 können gleichzeitig synchron messen nach Verbindung der Geräte über die "Sync"-Buchse auf der Rückwand der Geräte durch die Option L45-Z13 "Master-Slave Kabel". Dadurch ist eine exakt gleichzeitige Messung von bis zu 8 Phasen möglich.

14.1.1.5.2 Anschluß der Geräte

Das Master-Slave Kabel wird an die "Sync"-Buchsen beider Geräte gesteckt. Das Kabel ist symmetrisch, so daß hierdurch keine Master-Slave Präferenz entsteht und die Anschlußstecker vertauscht werden können.

14.1.1.5.3 Belegung des Master-Slave Kabels L45-Z13

Stecker 1	Stecker 2	Signal	ST1	ST2
1	7	Cycle	Out	In
2	8	Frequenz	Out	In
9	14	Control	Out	In
10	15	Trigger	Out	In
7	1	Cycle	In	Out
8	2	Frequenz	In	Out
14	9	Control	In	Out
15	10	Trigger	In	Out

Masse und Abschirmung sind mit Pin 3 der Stecker verbunden.

Synchronisationsstufen, Einstellung der Geräte

Die Synchronisation der Messung kann in verschiedenen Stufen erfolgen. Alle Stufen sind unabhängig voneinander.

A) Synchronisation des Meßsignals

Diese Stufe hat keine Master-Slave Präferenz.

Die Eingänge "Frequency in" sind mit der Synchronfrequenz der Gruppe A des jeweils anderen Gerätes verbunden. Die Auswahl der Synchronfrequenzen erfolgt im Menü

"Measuring" getrennt für beide Gruppen eines Gerätes. Dadurch können alle Gruppen ihre Messung auf ein gemeinsames Signal synchronisieren.

Beispiel für eine Einstellung:

Gruppe A1 des ersten Gerätes wird auf U1 gestellt.

Gruppe A2 des zweiten Gerätes wird auf Ext gestellt, dadurch Synchronisation Gruppe A2 auf U1.

Gruppe B1 des ersten Gerätes wird auf Ext gestellt, dadurch Synchronisation Gruppe B1 über A2 auf U1.

Gruppe B2 des zweiten Gerätes kann ebenfalls auf Ext gestellt werden, dadurch auch Synchronisation B2 über A2 auf U1.

Stehen beide A Gruppen auf Ext Sync. (wechselseitige Synchronisation) so entsteht keine Synchronfrequenz und die Messung der Gruppen verläuft asynchron.

B) Synchronisation der Meßzyklen

Diese Stufe hat eine Master-Slave Zuordnung.

Damit die Meßwerte zur gleichen Zeit erzeugt und damit zyklussynchron werden, wird die Zykluszeit des Slave Gerätes auf 0msec (siehe 5.1.1 „Karteikarte Globals“) eingestellt. Dies erfolgt im "Measuring" Menü unter Globals.

Die Anzeige des Meßstatus in der Statuszeile wechselt auf "0Ext." Und der grüne Balken blinkt im Sekundenrhythmus.

Alle Meßwerte der Gruppen beider Geräte werden nun gleichzeitig erzeugt, die Meßwerte sind exakt vergleichbar.

Diese Einstellung ist nicht gegenseitig möglich. Eine Einstellung beider Meßzyklen auf 0ms bewirkt ein Anhalten der Messung.

C) Synchronisation der Integralmessung

Diese Stufe ist Master-Slave unabhängig, es wird jedoch eine Steuerung über den Master empfohlen, falls aus Stufe B) vorhanden.

Die Energiemessung muß bei beiden Geräten auf den gleichen Mode gestellt werden, außerdem sollte sie zu Beginn rückgesetzt sein. Dies erfolgt im Menü "Int. Time", Mode, Reset.

Die Energiemessung läßt sich jetzt wechselseitig über die Tasten "Start", "Stop" starten oder anhalten. Ebenfalls ist ein Remote Betrieb über PC oder externes Signal (Stufe D) möglich.

D) Externe Zuführung von Synchronsignalen

Soll die Messung durch ein zusätzliches Signal am Frequenzeingang synchronisiert werden oder die Integralmessung mit einem externen Signal gesteuert werden, so muß in der Steckerhaube des entsprechenden Gerätes der Eingang "Frequency in" bzw. "Control in" getrennt und mit dem Zusatzsignal verbunden werden.

Werden die Signale am Masterstecker angeschlossen so können die eingespeisten Signale auch am Slave Gerät verwendet werden da die Master-Ausgänge weiterhin mit den Slave Eingängen verbunden sind.

Dies betrifft folgende Steckerpins:

Pin 8: Eingang für die externe Synchronfrequenz

Pin 7: Eingang für den Zyklus

Pin 14: Eingang für das Kontrollsignal Energie

Die Anschlüsse an diesen Pins des Mastergerätes können abgelötet werden und dafür eigene Signale eingespeist werden.

Masse kann an Pin 6, 11 oder 13 angeschlossen werden.

14.1.2 Externer Stromsensor

Man kann auch eigene externe Stromsensoren mit Spannungsausgang an das LMG450 anschließen:

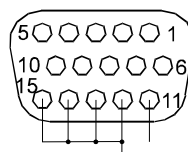


Bild 46: Externer Stromsensor

Das Signal muß am Pin 11 angeschlossen sein. Die Masse des Sensors muß an den Pins 12 bis 15 angeschlossen sein. Wichtig ist, alle 4 Pins miteinander zu verbinden.

Alle ZES Sensoren haben ein EEPROM implementiert, in welches Name, Skalierung, Meßbereiche, Justier- und Laufzeitwerte abgelegt werden können. Das LMG erkennt automatisch diese Sensoren und stellt die entsprechenden Werte im Range-Menü ein. Zusätzlich werden einige Fehler der Sensoren (Übersetzungsfehler, Laufzeiten) korrigiert. Somit bekommt man die bestmöglichen Meßergebnisse mit den Sensoren.

Pin Nr.	Belegung
6	-12V / max. 100mA
7	+12V / max. 100mA
8	Für ZES Sensoren!
9	Für ZES Sensoren!
10	Für ZES Sensoren!
11	Sensorsignal
12	Masse
13	Masse
14	Masse
15	Masse

Bitte sicherstellen, daß alle 4 Masseanschlüsse angeschlossen sind. Alle unbenutzten Pins sollten offen gelassen werden

14.1.2.1 Mehrere Sensoren in einem Prüfstand

In Prüfständen kommt es häufiger vor, daß verschiedene Sensoren automatisch an das LMG angeschlossen werden sollen. In diesem Fall müssen alle relevanten Signale umgeschaltet werden, z.B. durch Relais. Relevant sind alle 10 Signale der Pins 6 bis 15!

Wichtig!

Erst muß der alte Sensor deaktiviert werden.

Danach muß mindestens 3s gewartet werden.

Erst jetzt darf der neue Sensor angeschaltet werden.

14.2 Blockdiagramm LMG450

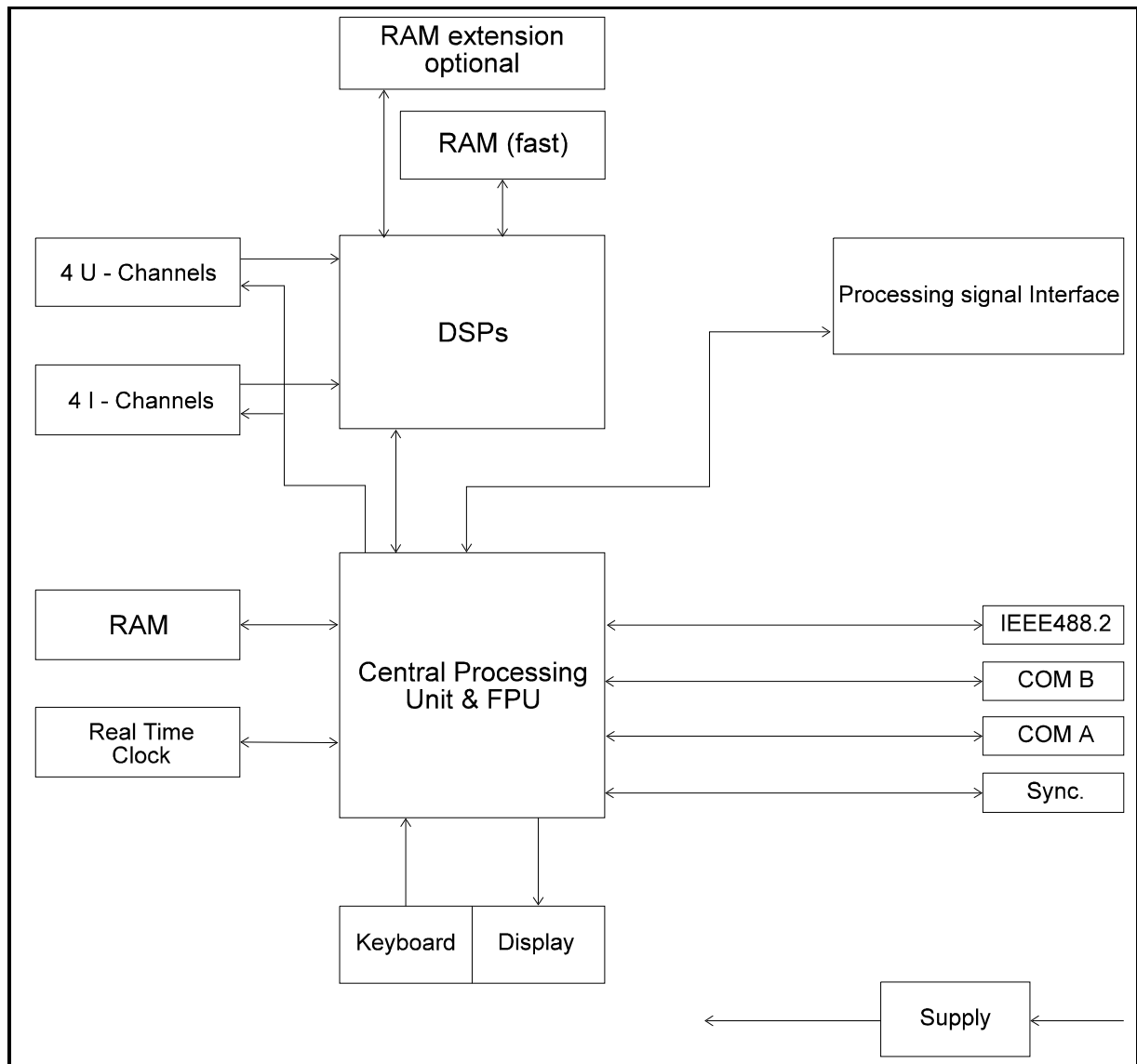


Bild 47: Blockdiagramm LMG450

14.3 Blockdiagramm Spannungsmeßkanäle

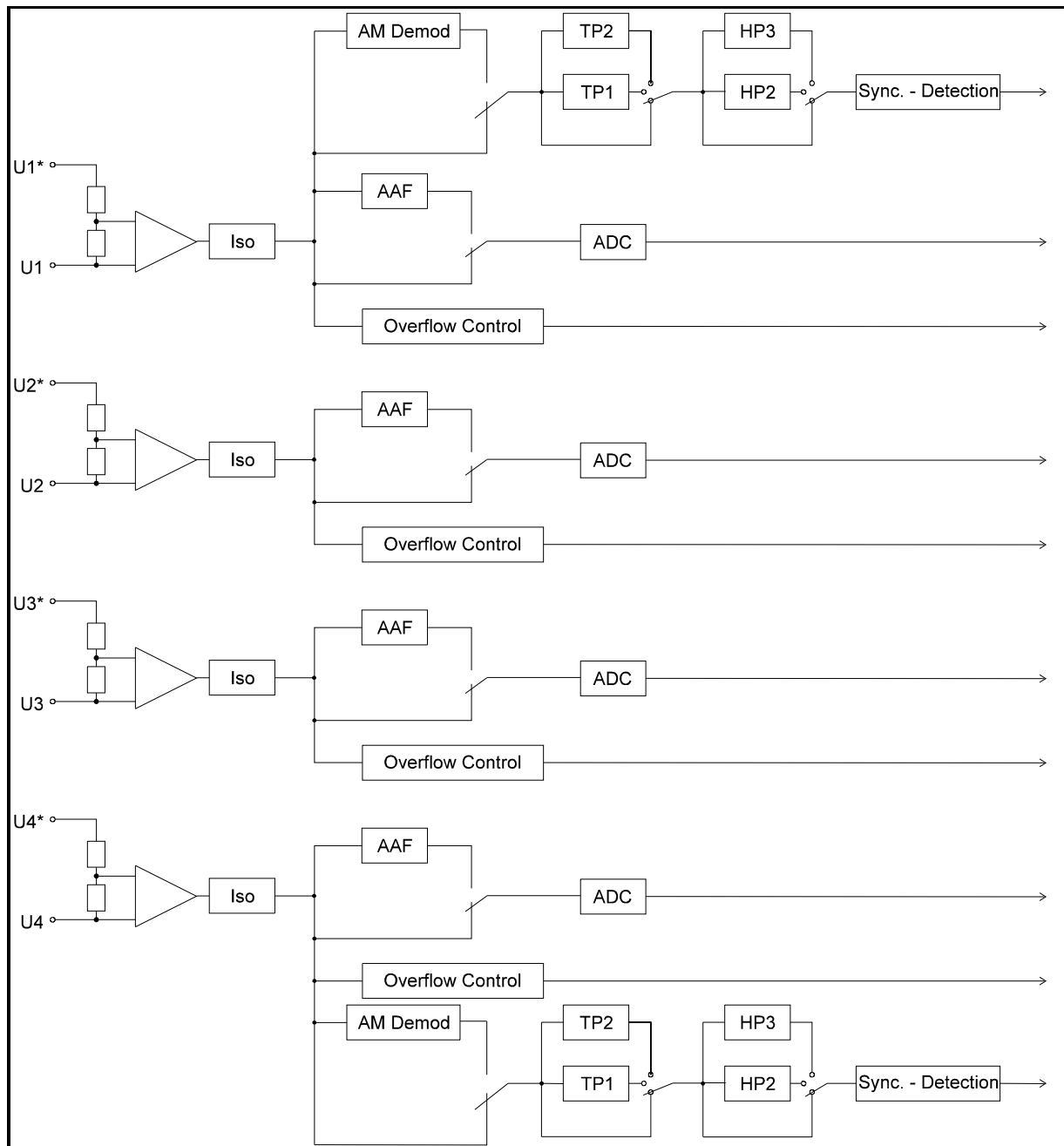


Bild 48: Blockdiagramm U-Kanäle

14.4 Blockdiagramm Strommeßkanäle

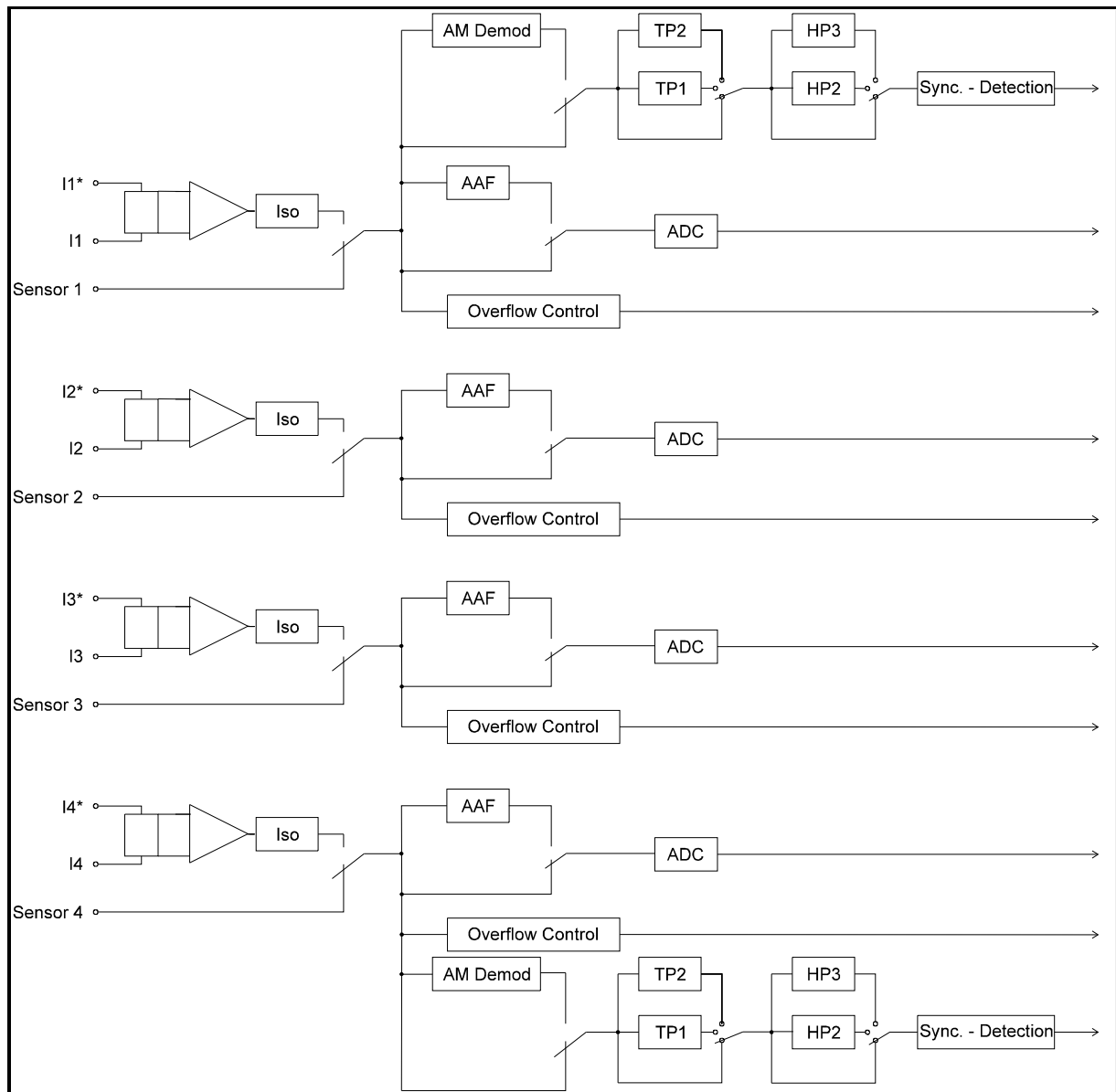


Bild 49: Blockdiagramm I-Kanäle

14.5 Blockdiagramm Hauptrechner

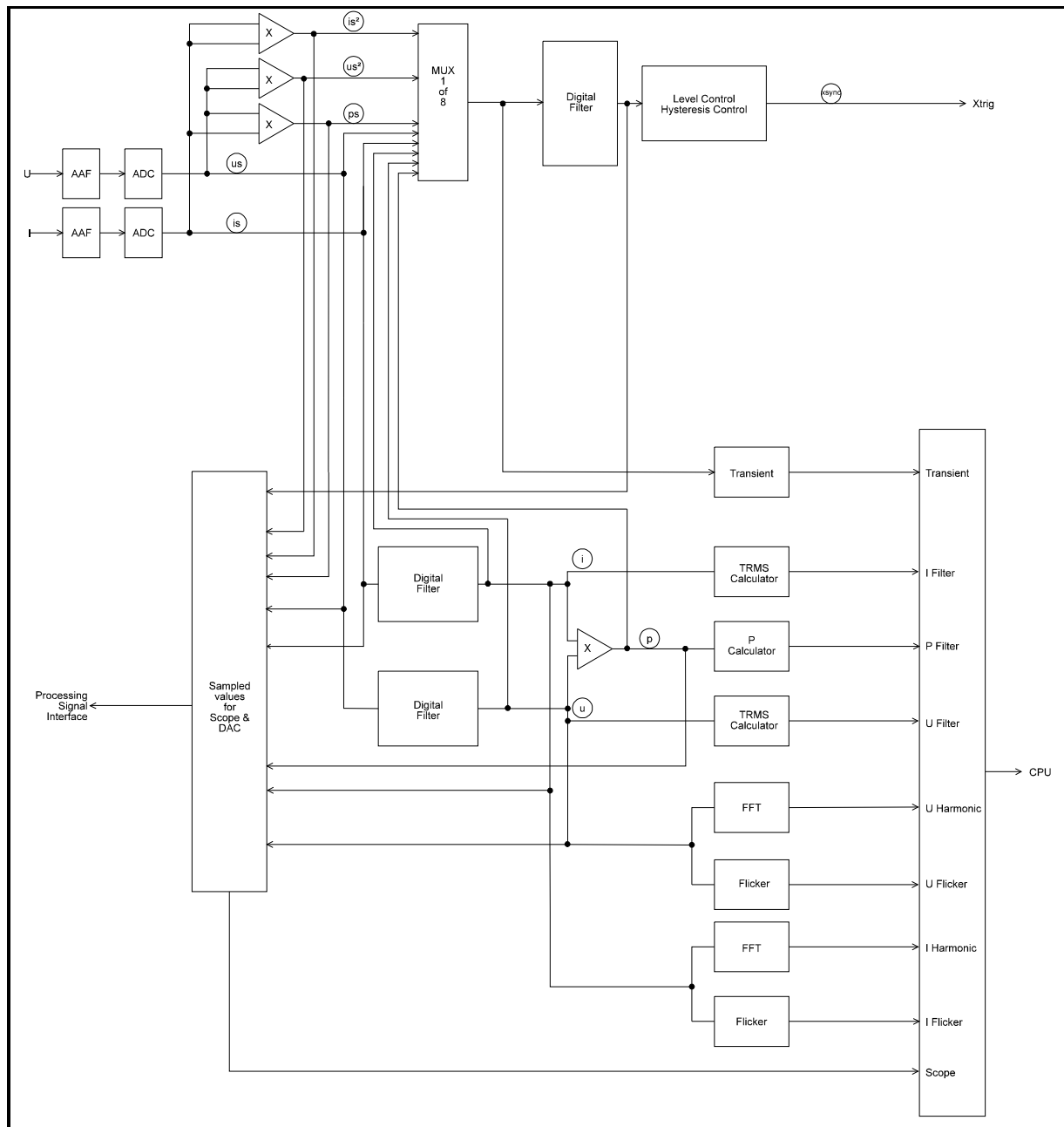


Bild 50: Blockdiagramm Hauptrechner

Die Texte in den Kreisen bezeichnen interne Signale, die in verschiedenen Menüs ausgewählt werden können (z.B. Scope oder extended Trigger).

14.6 Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle

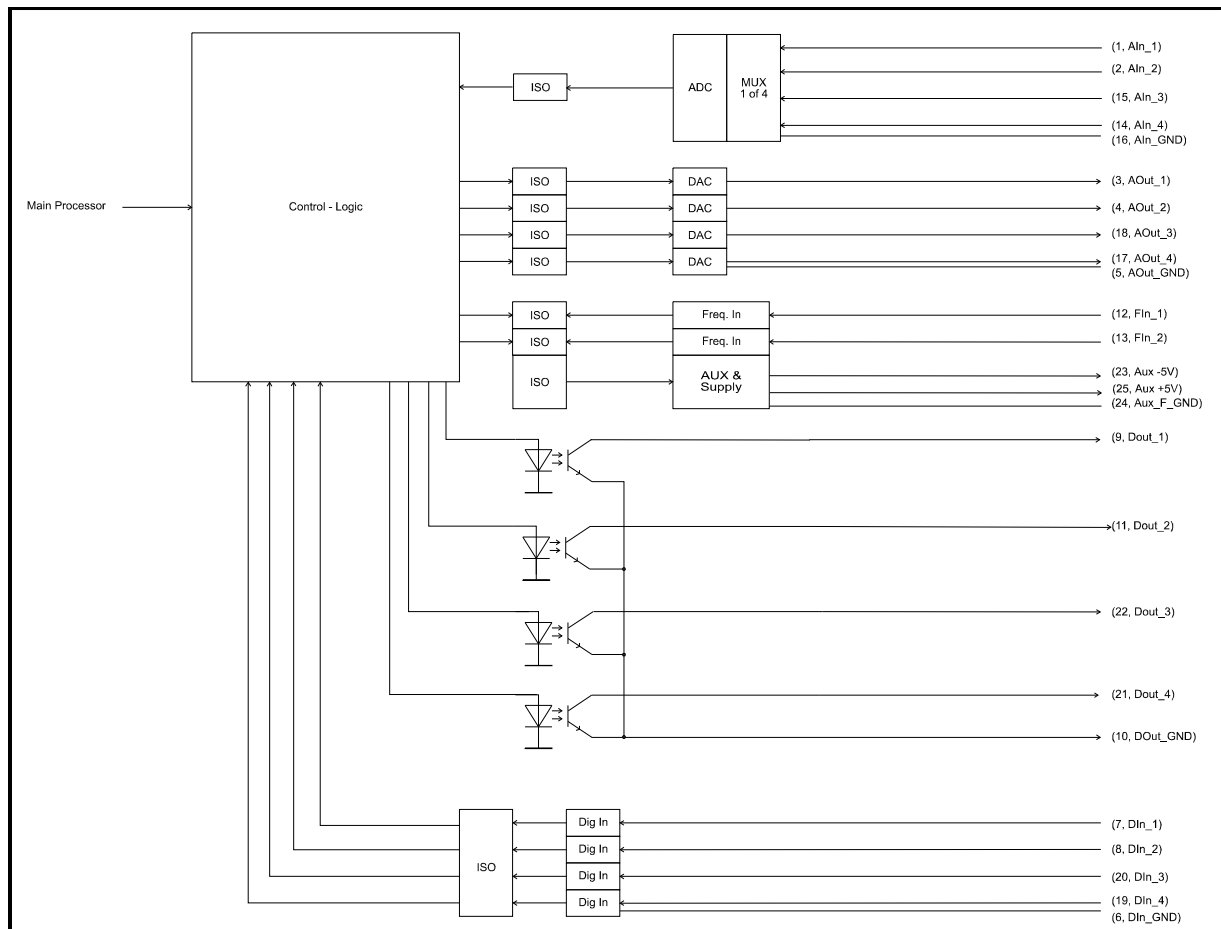


Bild 51: Blockdiagramm Prozeßsignalschnittstelle

15 Glossar

Schlagwort	Erläuterung
100 Harmonics	Modus in dem 99 Harmonische von Spannung, Strom und Leistung der angelegten Signale berechnet werden.
A	
AAF	⇒ Anti Aliasing Filter.
AC	⇒ Wechselstromgrößen.
AC Kopplung	Kopplung des Signals mit Herausfilterung des Gleichstromanteils
AC+DC Kopplung	Koppelt das Signal mit allen Anteilen in den Meßkanal.
Aliasing	Entstehung von Störfrequenzanteilen, die durch die Verletzung des Abtasttheorems (Unterabtastung, weniger als zwei Abtastpunkte pro Signalperiode; Nyquist bzw. Shannon Theorem) hervorgerufen werden.
AM	⇒ Amplitudenmodulation
Amplitudenfehler	Fehler im Amplitudenwert eines Signals, ohne Berücksichtigung der Phasenlage.
Amplitudenmodulation	Multiplikation zweier Signale; z. B. Schwingungspaketsteuerung, bei der ein 50Hz Sinus mit einem langsameren Rechtecksignal moduliert ist.
Analog Ein- / Ausgänge	Ein- und Ausgänge zur Verarbeitung analoger Signale (0-10V, proportional zum Meßwert).
Analogue I/O	⇒ Analog Ein- / Ausgänge
Analogue Input	⇒ Analog Ein- / Ausgänge.
Analogue Output	⇒ Analog Ein- / Ausgänge.
AND Bedingungs - Register	Register indem ein Flag (Anzeiger) gesetzt wird nachdem zwei Ereignisse erfüllt sind.
Anstiegsgeschwindigkeit	Spannungshub pro Zeitspanne, Maß für die Geschwindigkeit mit der ein Bauteil Spannungssprünge weitergeben kann.
Anstiegszeit	Zeit, die ein Signal von einem stabilen Zustand in einen anderen benötigt (in der Praxis 10%-90%).
Anti Aliasing Filter	Filter zur Unterdrückung der durch Unterabtastung entstehenden Störsignale.
Application note	⇒ Applikationsbericht
Applikationsbericht	Verschiedene Meß- und Anschlußprobleme sind in den Applikationsberichten der Firma ZES ZIMMER vorgestellt und gelöst.
Arbiträre Blockantwort - Daten mit definierter Länge	Datentransfer in Blöcken einer definierten Länge und zufälligem Inhalt; der Inhalt kann auch z. B. ein ⇒ EOS Zeichen sein, daß dann aber als Dateninhalt und

Schlagwort	Erläuterung
	nicht als EOS interpretiert wird.
ASCII Format	Zeichenformat, welches auf dem American Standard Code of Information Interchange basiert; besteht aus 128 Zeichen und Symbolen.
Auflösung	Die Auflösung ist nicht mit der Genauigkeit gleichzusetzen!!! Im LMG sind zwei Auflösungen wichtig: Der Analog / Digital Wandler hat eine Auflösung von 16bit, das Display hat eine Auflösung von 5 oder 6 Digit.
Augenblicklicher Flickerpegel	Zeitabhängige Ausgabe eines Flickermeßgerätes, das die Reaktion des menschlichen Gehirnes auf das Flackern des Lichtes aufgrund der Störungen der Versorgungsspannung repräsentiert.
Autorange	Vom Gerät automatisch ausgeführte Meßbereichswahl, abhängig vom angelegten Signal.
Auxiliary transducer supply	⇒ Stromumsetzer - Versorgungsspannung
B	
Bandbreite	Frequenzbereich von der niedrigsten bis zur höchsten verarbeitbaren Frequenz.
Bandwidth	⇒ Bandbreite.
Bargraphdarstellung	Die einzelnen Meßwerte werden mittels Säulen in einem Übersichtsbild dargestellt; typisches Beispiel ist die Spektrumdarstellung.
Baud Rate	Geschwindigkeit der übermittelten seriellen Bits.
Bedingter Befehl	Befehl der erst nach Erfüllung einer Bedingung ausgeführt wird.
Benutzermenü	Menü, das vom Benutzer selbst konfiguriert werden kann.
Binär	Informationsdarstellung mittels Bitkombinationen basierend auf dem Binärzahlensystem.
Binary	⇒ Binär.
Bitmap	Weit verbreitetes Format, in dem Bilder und Zeichnung abgelegt sind (*.bmp).
Blindenergie	Energie die zwischen Quelle und Last hin und her pendelt, ohne „verbraucht“ zu werden.
Blindleistung	Mittelwert der ⇒ Blindenergie pro Zeitinterval.
Bürde	Maximaler Lastwiderstand eines Stromwandlers inklusive der Zuleitungen und des Innenwiderstandes.
Burden	⇒ Bürde.
C	
CAT II	⇒ Kategorie II
CAT III	⇒ Kategorie III
CE Flicker	Flicker, der nach EN61000-3-3 gemessen wird, um das CE Zeichen zu erhalten.
CE harmonics	⇒ CE Harmonische

Schlagwort	Erläuterung
CE Harmonische	Harmonische, die nach EN61000-3-2 gemessen werden, um das CE Zeichen zu erhalten.
Channel	⇒ Meßkanal.
charge	⇒ Ladung
Class A, B, C, D	⇒ Klasse A, B, C, D
COM Interface	⇒ COM Schnittstelle
COM Schnittstelle	Serielle Schnittstelle (9 oder 25 pol. SUB-D Verbindung) zur Datenübertragung.
Comma separated	⇒ Komma separiert
Command Set	⇒ Kommandosatz.
Common mode rejection	⇒ Gleichtaktunterdrückung.
Core parameter measuring circuit	⇒ Meßschaltung zur Bestimmung von Kernparametern
Coupling	⇒ Kopplung.
Crest factor	⇒ Scheitelfaktor
Current transducer	⇒ Stromwandler
Cursor	Anzeige des Platzes an dem der nächste Eintrag erfolgt; in graphischer Darstellung markiert er besondere Meßwerte des Signals.
Custom menu	⇒ Benutzermenü
cycle time	⇒ Zykluszeit
D	
D. U. T.	‘Device under test’, Prüfling, auszumessendes bzw. zu testendes Objekt.
Datenausgabeformat	Format in dem die Daten zur außenliegenden Peripherie übertragen werden.
DC value	⇒ Gleichstromwert.
Default parameters	⇒ Werksparemeter
Demodulation	Zur ⇒ Modulation inverse Funktion, Rückgewinnung des überlagernden Signals.
Device	⇒ Physikalisches Gerät.
Device under test	⇒ D. U. T.
DFT Algorithmus	Diskrete Fourier Transformation, Rechenoperation mit der die Fouriertransformation auf diskrete Werte angewendet wird, um Harmonische zu errechnen.
Digital Input	⇒ Digitaler Eingang.
Digital Output	⇒ Digitaler Ausgang.
Digitaler Ausgang	⇒ Analoge Ausgänge, hier nur digitale Ausgabesignale.
Digitaler Eingang	⇒ Analoge Eingänge, hier jedoch digitale Eingangssignale.
Digitales Filter	Filter, durch rein digitale Komponenten und Software aufgebaut.
DIP Schalter	‘Dual inline package’, Schalter zum festen Einstellen bestimmter Parameter, z.B. Schnittstellen - Parameter.

Schlagwort	Erläuterung
DIP switches	⇒ DIP Schalter.
Direction input	⇒ Drehrichtungseingang.
Display einfrieren	Das dargestellte Bild wird eingefroren und kann abgelesen werden.
Dot Joiner	Mit dieser Einstellung werden die angezeigten Meßpunkte eines Graphen mit Verbindungslinien verbunden.
Drehknopf	Dieser Knopf wird für viele Einstellungen am LMG verwendet, er vergrößert oder verringert Werte durch Rechts - und Linksdrehen.
Drehrichtungseingang	Eingang zum Messen der Drehrichtung eines Motors.
Drucker Anschluß	25 pol. SUB-D Anschluß für den Drucker.
Drucker Header	Zeile, die vom Benutzer eingestellt als Überschrift des Ausdruckes dient.
E	
E. U. T.	⇒ D. U. T.
Echo	Wiederholung der Zeichen einer RS232 Übertragung. Die empfangenen Zeichen werden direkt zurückgesendet.
edit line	⇒ Editierzeile.
Editierzeile	Zeile in der Werte oder Texte verändert werden können.
Effektivwert	Strom- oder Spannungswert eines Gleichsignals, das in der gleichen Zeit dieselbe Leistung in einem ohmschen Widerstand umsetzt, wie das zu untersuchende Signal.
Eingangswiderstand Ri	Eingangswiderstand des Meßkanals.
Einhüllende	Kurve, die ein Signal gemischter Frequenzen durch die Verbindung der Spitzenwerte des schnelleren Signals einhüllt. Um die Klasse D Zugehörigkeit zu entscheiden, ist in der EN 61000-3-2 eine Bezugseinhüllende festgelegt.
Einschaltstrom	Sehr hoher Strom, der beim Einschalten von Lasten fließt, kann bis zum 100fachen des Stromes im normalen Betrieb sein.
EN61000-3-2, EN61000-4-7 EN61000-3-3, EN61000-4-15	Vorschriften zur Harmonischen Messung Vorschriften zur Flicker Messung
End of string	Endezeichen eines Strings, Bsp. '<lf>', '<cr>', '<cr><lf>'.
Energie	Integration der Leistung, die ein Gerät oder Verbraucher in einer bestimmten Zeitdauer aufnimmt.
Energy	⇒ Energie.
envelope	⇒ Einhüllende.
EOS	⇒ End of string.
Equipment under test	⇒ D. U. T.
Erdkapazität	Kapazitive Impedanz eines z.B. Meßkanals gegenüber

Schlagwort	Erläuterung
	Erdpotential; diese verursacht einen systematischen Fehler, der berechnet und kompensiert werden kann.
Erlaubte Grenzwerte	In Normen festgelegte Höchstgrenzwerte für Störungen.
ESC key	⇒ ESC Taste.
ESC Taste	Zum sofortigen Verlassen des Eingabe Modus und um Fehlermeldungen zu quittieren.
Extended Trigger	Erweiterter Triggermodus; sehr spezifisch einstellbar, speziell um modulierte Signale zu messen (Schwingungspaketsteuerung).
External current transformer	⇒ externer Stromwandler
External shunt	⇒ Externer Shunt.
Externe Synchronisationsbuchse	Eingang für ein externes Synchronisationssignal.
Externer Shunt	Wandelt einen Strom in eine Spannung mittels eines definierten Widerstandswertes, um es für den Shunteingang aufzubereiten.
Externer Shunteingang	Hier kann ein Shunt (Meßwiderstand) angeschlossen werden ⇒ Externer Shunt.
Externer Stromwandler	Gerät um große Ströme in kleinere umzuwandeln und für das Meßgerät verarbeitbar zu machen.
F	
Fallende Flanke	Wechsel eines Logiksignals von einem höheren zu einem niedrigeren Pegel.
Fernsteuerung	Die LMGs sind durch PCs fernsteuerbar.
FIFO	First in first out, Speicherorganisation: die Daten, die zuerst in den Speicher eingeschrieben wurden, werden zuerst wieder ausgelesen.
Filter	Komponente, die je nach Einstellung gewisse Frequenzkomponenten eines Signals abtrennt. Beispiel: Ein Hochpaß trennt tiefe Frequenzen ab und läßt hohe passieren.
Flicker meter	⇒ Flickermeßgerät.
Flickermeßgerät	Meßgerät um Flickergrößen zu messen.
Fluctuating harmonics	⇒ Fluktuierende Harmonische.
Fluktuierende Harmonische	Harmonische, die über der Zeit nicht konstant sind.
Form Faktor	Verhältnis des Effektivwertes zum Gleichrichtwert eines nicht sinusförmigen Signals. Faktor um die Kurvenform dieser Signale zu berücksichtigen.
Formel Editor	In diesem Modus kann man Formeln zur zeitgleichen Berechnung aus den aufgenommenen Meßwerten eintragen (z.B. Bestimmung des ⇒ Wirkungsgrad).
Freeze	⇒ Display einfrieren.
Frequency	⇒ Frequenz.
Frequenz	Geschwindigkeit in der sich eine Periode des Eingangssignals wiederholt.
Frequenzbereich	⇒ Bandbreite

Schlagwort	Erläuterung
Frequenzbereichsansicht	Das Signal wird über der Frequenz als Spektrum aufgetragen.
Frequenzteiler	Teilt die angelegte Frequenz durch einen ganzzahligen Faktor.
Full scale value	⇒ Vollausschlagswert.
Fundamental	⇒ Grundschiwingung.
G	
Ganzzahl	Zahl ohne Nachkommastelle.
Genauigkeit	Angabe der typischen Fehlers einer Messung.
Gesamter Harmonischen Strom	Strom aller Frequenzanteile, beginnend mit der zweiten Harmonischen.
Gewünschte Integrationszeit	Vom Benutzer frei wählbare Integrationszeit für die Messung.
Gleichrichtwert	Wert einer gleichgerichteten Wechselgröße, gemessen von vielen Analogmeßgeräten. ⇒ Form Faktor.
Gleichstromwert	Reiner Gleichstromwert ohne alternierende Anteile.
Gleichtaktunterdrückung	Verhältnis vom angezeigten Wert zum fließenden Bezugspunkt aller Meßkanaleingänge, für eine größtmögliche Genauigkeit ist eine hohe Gleichtaktunterdrückung nötig.
GPIB Schnittstelle	‘General Purpose Interface Bus’ Schnittstelle zum Datentransfer zwischen Meßgerät und Peripherie.
Graphisches Display	Die aufgenommenen Meßwerte werden als Funktion der Zeit oder Frequenz dargestellt.
Grundschiwingung	Kleinste in einem Signal vorkommende Frequenz, außer Gleichstrom.
Grundwelle	Niedrigster Frequenzanteil eines Signals, außer dem Gleichstromanteil.
H	
Halbwellenwerte	Berechnete Werte einer halbe Periode des Signals.
Harm100	⇒ 100 Harmonics.
Harmonic analyser	⇒ Harmonischen Meßgerät.
Harmonischen Meßgerät	Meßgerät zur Messung der Harmonischen Anteile eines Signals.
Harmonischen Ordnung	Beschreibt, um welche Harmonische und somit um welchen Frequenzanteil es sich handelt: von einem Signal mit der Grundwelle 50Hz ist die zweite Harmonische der 100Hz Frequenzanteil.
Hyperterminal	Software um Daten zwischen PC und angeschlossenen Geräten auszutauschen, im Betriebssystem MS Windows implementiert.
Hysterese	Unterschied zwischen der Schaltschwelle eines ansteigenden Signals zur Schaltschwelle eines abfallenden Signals.
I	

Schlagwort	Erläuterung
I / C Kennzeichnung	Gibt an, ob die angeschaltete Last kapazitiv oder induktiv ist.
Identifizier	Kennung, die einen Meßwert symbolisiert, z.B. 'I _{TRMS} ' für den Effektivwert des Stromes.
IEC61000-3-2, 2-3	⇒ EN61000.
IEC61000-4-7, -4-15	⇒ EN61000.
IEEE488.2 Schnittstelle	⇒ GPIB Schnittstelle.
IF/IO	Menütaste zum Einstellen der implementierten Schnittstellen.
InCa Flag	⇒ I / C Kennzeichnung
Input resistance Ri	⇒ Eingangswiderstand Ri.
Inrush current	⇒ Einschaltstrom.
Instantaneous flicker level	⇒ Augenblicklicher Flickerpegel.
Int. Time	Eingestellte Dauer eines Intervalls, z. B. einer Integrationsperiode.
Int. Value	Intervallwert, Meßwerte gemessen in der ⇒ Int. Time.
Integer number	⇒ Ganzzahl.
Integration mode	⇒ Integrationsmodus.
Integrationsmodus	Modus in welchem die Energie berechnet wird.
interface	⇒ Schnittstelle.
Interharmonic	
Interner Lautsprecher	Im Meßgerät eingebauter Lautsprecher, ähnlich einem PC Speaker, zur Signalisierung von Fehlern.
Intervall	Fest vorgegebene zeitliche Dauer.
ISO9000	Norm um die Qualität von Geräten festzulegen.
K	
Kalibrierung nach ISO9000	Vergleichsmessung gegen ein Normal, daß seinerseits auf nationale oder internationale Normale rückführbar kalibriert ist.
Klasse A, B, C, D	Einteilungsklassen für Prüflinge, sind in der EN61000-3-2 festgelegt.
Klirrfaktor	Verhältnis des Effektivwertes der Harmonischen zum Effektivwert der Grundschwingung.
Klirrfaktor mit Rauschen	⇒ Klirrfaktor, zusätzlich wird das dem Signal überlagerte Rauschen mit eingerechnet.
Komma separiert	Datenformat, daß meistens von Datenbanken verwendet wird; jeder einzelne Datensatz wird durch ein Komma abgetrennt.
Kommandosatz	Befehle zur Fernsteuerung von Geräten.
Konstante	Nicht veränderlicher Wert.
Kontinuierliche Messung	Messung ohne Lücken, besonders wichtig für die CE Bewertung.
Kopplung	Art der Einkopplung des auszumessenden Signals, welche Signalanteile die Meßstufen durchlaufen ⇒ AC Kopplung.
Kurvenform	Zeitlicher Verlauf des Signals, z.B. Rechteck,

Schlagwort	Erläuterung
	Dreieck.
Kurzzeit - Flickerpegel	Über 10min aufgenommene und gemittelte Flickerpegel.
L	
Ladung	Integration des Stromes über die Zeit, diese Ladung kann in einem Akkumulator oder einer Batterie gespeichert sein.
Langzahl	4 Bytes.
Langzeit Flickerpegel Plt	Gewichteter Mittelwert aus den Kurzzeit - Flickerleveln über eine feste Zeitperiode, meist 2 Stunden.
Leistung	Energie geteilt durch die Zeit, in der diese umgesetzt wurde (z.B. Zykluszeit), die Leistung ist daher immer ein Mittelwert.
Leistungsfaktor	Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung.
Leistungsmeßkanal	⇒ Kanal.
Leiterschleifenfläche	Flächeninhalt einer Leiterschleife, möglichst klein um die Störgrößen durch magnetische Einkopplungen gering zu halten.
Level	Pegel.
Limit	Grenze, Grenzwert.
Linefeed	⇒ Zeilenvorschub.
Local	Modus in dem das LMG mittels der eingebauten Bedienelemente bedient wird.
Logarithmisches Display	Display in dem die Achsen eine logarithmische Skalierung aufweisen.
Logging	⇒ Speichern.
Long number	⇒ Langzahl.
Long term flicker level Plt	⇒ Langzeit Flickerpegel Plt.
Loop area	⇒ Leiterschleifenfläche.
Low-Pass Filter	⇒ Tiefpaß Filter.
M	
Manual range	⇒ Manueller Bereich.
Manueller Bereich	Meßbereiche können vom Benutzer fest eingestellt werden.
Measuring cycle	⇒ Meßzyklus.
memory card	⇒ Speicherkarte.
Menü	Zur besseren Übersicht sind alle Meßmöglichkeiten in logische Einheiten unterteilt, den Menüs.
Meßbereich	Der Meßbereich definiert das maximal meßbare Signal. Um die größtmögliche Genauigkeit zu erzielen, sollte der Meßbereich zu mindestens 66% ausgenutzt werden.
Meßeinstellungen	Alle für die Messung eingestellten Parameter.
Meßkanal	Hardware - Schnittstelle, welche die Verbindung

Schlagwort	Erläuterung
	zwischen Meßobjekt und Meßgerät herstellt, z. B. U, I und P ($P=U \cdot I$) Kanal.
Meßschaltung zur Bestimmung von Kernparametern	Kernparameter können mittels Verlustleistungsmessung vollständig bestimmt werden.
Meßumformer	Wandelt eine vom Gerät nicht direkt meßbare Größe in eine vom Gerät direkt meßbare Größe um.
Meßunsicherheit auf Grund der Anzeige	Angegeben mit ± 1 digit, durch die begrenzte Anzahl der Nachkommastellen der Anzeige. Dieser Fehler ist der Ablesefehler <u>jedes</u> digital anzeigenden Meßgerätes.
Meßzyklus	Der Zyklus einer Messung kann vom Benutzer eingestellt werden. Nach etwa dieser Zeit werden die Meßwerte neu berechnet. Die genaue Zeit bestimmt die $\Rightarrow$ Synchronisation.
Miscellaneous	$\Rightarrow$ Verschiedenes.
Mittelwerte	Die aufgenommenen Meßwerte werden über eine konstante Anzahl von $\Rightarrow$ Meßzyklen gemittelt.
Multimeter	$\Rightarrow$ Vielfachmeßgerät.
N	
Nibbel	Oberes oder unteres Halbbyte.
noise	$\Rightarrow$ Rauschen.
Null modem	Anschlußart zwischen zwei PCs. Innerhalb des Verbindungskabels sind die Sende - und Empfangsleitungen gekreuzt.
Nulldurchgang	Zeitpunkt zu dem das Signal durch die x-Achse läuft. Der positive Nulldurchgang wird üblicherweise zur $\Rightarrow$ Synchronisation genutzt.
O	
Open collector outputs	Passiver Ausgang an dem eine Spannung an den Collector eines Transistors angelegt werden muß. Dieser Transistor wird dann leitend oder sperrend geschaltet.
Operator	Rechenvorschrift: +, -, *, /.
Option Key	Eine Zeichenfolge, die Softwareoptionen freigeben kann, wenn das LMG bereits beim Kunden ist.
OR Bedingungs - Register	Register, indem eine Flag gesetzt wird, wenn mindestens eine Verknüpfung wahr ist.
Overload capability	$\Rightarrow$ Überlastfähigkeit.
P	
Packed	Datentransfer, bei dem die Daten binär anstatt im ASCII Format übertragen werden.
Parallel Interface	$\Rightarrow$ Parallel Schnittstelle.
Parallele Schnittstelle	Ähnlich der seriellen Schnittstelle, die Daten werden aber parallel verschickt.

Schlagwort	Erläuterung
Parität	Gerade oder ungerade Anzahl von Einsen in einem binären Datenwort. Das LMG arbeitet ohne Parität.
Parity	⇒ Parität.
Parsing	Das LMG versucht eine Formel oder einen Interface String zu interpretieren und richtig zu behandeln.
PCMCIA Speicherkarte	Speicherkarte die mittels des PCMCIA Slots eines PCs oder Laptops angesprochen werden kann.
Peak value	⇒ Spitzenwert.
Peak-peak value	⇒ Spitzen - Spitzenwert.
Periodischer Integrations Modus	In diesem Modus wird das Integrationsintervall periodisch wiederholt.
Phase	Spannungsführender Leiter.
Phasenfehler	Fehler, der sich auf den Phasenwinkel auswirkt, z.B. auf Grund einer angeschlossenen Stromzange.
Phasenwinkel	Winkel zwischen Strom und Spannung.
Physikalisches Gerät	Hardware, Gerät (Printer, RS232, GPIB..)
Plot Funktion	Modus in dem ein Graph der gemessenen Werte (Spannung, Frequenz...) über der Zeit aufgezeichnet wird.
Power	⇒ Leistung.
Power factor	⇒ Leistungsfaktor.
pretrigger	⇒ Vortrigger.
Processing signal interface	⇒ Prozess - Signal - Schnittstelle.
Protokoll	Festgelegte Vereinbarungen, welche die Kommunikation zwischen Geräten regeln.
Prozeß - Signal - Schnittstelle	Einschub, der die analogen und digitalen Ein- und Ausgänge zur Verfügung stellt.
R	
RAM	Arbeitsspeicher, kann beschrieben und ausgelesen werden.
Range	⇒ Meßbereich.
Rauschen	Zufällige Signale, mit in der Regel großer Bandbreite, die das eigentliche Nutzsignal stören.
Reactive energy	⇒ Blindenergie
Reactive power	⇒ Blindleistung.
Read only variables	Diese Variablen können nur gelesen, aber nicht verändert werden.
Rectified value	⇒ Gleichrichtwert.
Remote control	⇒ Fernsteuerung.
Resolution	⇒ Auflösung.
Rise time	⇒ Anstiegszeit.
RS232 Schnittstelle	⇒ Serielle Schnittstelle.
RTS/CTS	⇒ Protokoll, das beim Datenaustausch über die ⇒ Serielle Schnittstelle den Datenfluß kontrolliert.
S	

Schlagwort	Erläuterung
Sample memory	Hier werden die abgetasteten Werte zwischengespeichert.
Sample value	Abtastwert.
Scaling	Skalierung. Einteilung einer Achse, oder Faktor mit dem z.B. ein Stromwandler Übersetzungsverhältnis bewertet wird.
Scheinenergie	Energie, die von der Last aufgenommen zu werden scheint $\Rightarrow$ Scheinleistung. Integration der Scheinleistung.
Scheinleistung	Leistung, die von der Last umgesetzt zu werden scheint. Berechnet wird $U_{\text{TRMS}} * I_{\text{TRMS}}$, ohne den Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom zu beachten.
Scheitelfaktor	Faktor gebildet aus Scheitelwert / Effektivwert; spielt eine große Rolle bei der Messung nicht sinusförmiger Größen.
Schnittstelle	Adapter zwischen zwei Geräten oder Einheiten.
Scope Funktion	In diesem Modus arbeitet das LMG wie ein Oszilloskop und zeigt die $\Rightarrow$ Abtastwerte über der Zeit an.
SCPI Befehle	Standardisierte Befehle um ein Gerät fernzusteuern.
Sensoren	Kleines externes Gerät um Strom oder Spannungssignale in für das LMG verarbeitbare Signale umzuwandeln.
Serial poll	$\Rightarrow$ Serielle Anfrage.
Serielle Anfrage	Die Geräte am GPIB werden nacheinander abgefragt, ob sie Daten zu versenden haben.
Short headers	verkürzte Befehlssatz $\Rightarrow$ SCPI.
Short term flicker level	$\Rightarrow$ Kurzzeit Flickerpegel.
Shunt Eingang	Anschluß für einen externen Shunt (Meßwiderstand).
Sicherheits - Laborstecker	Durch ausreichende Isolierung sicherer Stecker.
Sicherheits - Laborbuchse	Durch ausreichende Isolierung vor elektrischem Schlag schützende Buchse.
Signal Kopplung	Art der Einkopplung des auszumessenden Signals, $\Rightarrow$ auch AC bzw. DC Kopplung.
Signal Quelle	Quelle aus der das auszumessende Signal kommt, z. B. Frequenzgenerator, Frequenzumrichter.
Slewrates	$\Rightarrow$ Anstiegsgeschwindigkeit.
Softkey	Kontextabhängige Funktionstaste.
Software Option	Optionen $\Rightarrow$ Option key, die mittels Software implementiert werden, z.B. $\Rightarrow$ HARM100.
Software update	Die Software der LMGs kann durch einen Download von der Homepage: www.zes.com auf den neuesten Stand gebracht werden.
Spannungstransformator	Setzt Spannungspegel um.
Speicherkarte	Beschreibbares Medium zum Speichern von Meßwerten und Konfigurationen.

Schlagwort	Erläuterung
Speichern	Schreiben der Meßwerte auf eine externe Speichermöglichkeit (Drucker, MCM).
Speicherrate	Geschwindigkeit mit der die Abtastwerte gespeichert werden.
Spitzen-Spitzenwert	Wert zwischen der niedrigsten und der höchsten Amplitude eines Signals.
Spitzenstrom Bereich	Meßbereich, der kleine Effektivwerte (um Shunterwärmungen vorzubeugen), aber auch sehr große Spitzenströme zuläßt. Hilfreich um $\Rightarrow$ Einschaltströme zu messen.
Spitzenwert	Maximaler Wert eines Wechselsignales vom Nulldurchgang, bis zur (betragsmäßig) höchsten Amplitude.
Status Byte Register	Register in dem Zustandsflags gesetzt sind und den Status der $\Rightarrow$ GPIB Schnittstelle beschreiben.
String	Zeile bestehend aus Zeichen jeglicher Art, basierend auf dem ASCII Format.
Strom- oder spannungsrichtige Messung	Bei der Leistungsmessung wird immer ein geringer Fehler auf Grund der Anschaltung der Kanäle gemacht, da entweder der Spannungs- oder Strommeßkanal nachgeschaltet wird und somit in die Messung eingeht. Dieser Fehler ist systematisch und korrigierbar.
Stromumsetzer - Versorgungsspannung	Der anschließbare Stromumsetzer benötigt eine Hilfsversorgung, die vom LMG zur Verfügung gestellt wird.
Stromwandler	Zum Messen von hohen Strömen, muß direkt in den Meßkreis eingeschleift werden.
Stromzange	Zangenförmiger Stromwandler zur einfachen Montage im Meßkreis, meist genutzt um hohe Ströme zu messen (in der Regel nicht zu öffnen).
Submenu	Die Menüs sind zur besseren Übersicht in weitere Untermenüs unterteilt.
Synchronisation	Periodische Signale müssen in einer Zeitdauer, die ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des Signals ist, ausgemessen werden. Das LMG muß demnach seine Messung auf das Signal synchronisieren, um stabile Werte zu bekommen.
Systemzeit	Im Gerät eingestellte Zeit.
T	
Table	Tabelle.
Tatsächliche Meßzeit	Zeit in der die eigentliche Messung läuft, hängt von der $\Rightarrow$ Zykluszeit und der $\Rightarrow$ Synchronisationsfrequenz ab.
Terminal	Alle am Datenaustausch beteiligten Einheiten.
Terminal Programm	$\Rightarrow$ Hyperterminal.

Schlagwort	Erläuterung
THD	⇒ Klirrfaktor.
Tiefpaß Filter	Läßt nur tiefe Frequenzen passieren, hohe Frequenzanteile werden abgeschnitten.
Transient	Ein kurzes „ungewöhnliches“ Ereignis auf einem Signal.
Transienten Modus	In diesem Modus arbeitet das LMG als Transienten Recorder.
Trigger condition	⇒ Triggerbedingung.
Trigger level	⇒ Triggerpegel.
Triggerbedingung	Bedingung nach welcher der Triggerimpuls ausgelöst wird.
Triggerpegel	Signalpegel bei dem der Triggerimpuls ausgelöst wird.
TRMS	⇒ Effektivwert.
U	
Überlastfähigkeit	Gibt an, welche Überlast ein Kanal für eine angegebene Zeit ohne Defekte verträgt.
V	
Variable	Vom ⇒ Formel Editor zu berechnende Platzhalter.
Verschiedenes	In diesem Modus werden alle sonstigen Parameter eingestellt, z.B. Uhrzeit und Kontrast.
Vielfachmeßgerät	Meßgerät mit dem universell verschiedene Werte aufgenommen werden können.
Vollausschlagswert	Der höchste Wert, der in einem Meßbereich erreicht werden kann, ist der zulässige Spitzenwert.
Vortrigger	Meßwerte vor dem Triggerzeitpunkt, wichtig um zu sehen, wie es zu dem Ereignis kam.
W	
Wechselstromgrößen	Wechselstrom oder -spannung sind zeitabhängige Signale, die alternierend positive und negative Werte aufweisen.
Werkparameter	Werkseinstellung des Gerätes; mit diesen Grundeinstellungen verläßt das LMG die Fabrikation.
Wirkenergie	Durch (typisch ohmsche Lasten) aufgenommene Energie.
Wirkleistung	Leistung, die in (typischerweise) ohmschen Lasten umgesetzt wird.
Wirkungsgrad	Wirkungsgrad ist der Quotient aus der Ausgangs- zur Eingangsleistung.
Z	
Zeilenvorschub	Sprung in die nächste Zeile, historisch von Schreibmaschinen, <lf> ⇒ EOS.
Zeitabhängige Signale	Signale, die ihre Werte mit der Zeit ändern.
Zeitbereichsansicht	Das Signal wird über der Zeit aufgetragen.
Zoom	Vergrößern oder verkleinern des Bildausschnittes.

Schlagwort	Erläuterung
Zwischenharmonische	Sinusförmige Anteile, deren Frequenz kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist.
Zykluszeit	Zeitspanne eines Meßzykluses, muß höher sein als die Periodendauer des auszumessenden Signals.

16 Allgemeiner Index

Hier finden sich nur Stichworte zu allgemeinen Themen. Alle Stichworte bezüglich der Schnittstelle finden sich in 17, 'Index der Schnittstellen Kommandos'.

*

*RST default value..... 137

/

/nquery/ 134

/qonly/ 133

1

100-Harmonische-Meßmodus 121

1kV Spannungseingang..... 264

A

Abtastung 261

Abtastwerte

Speichergröße 187

Abtastwertespeicher 270

AC Anteil 90; 108

Allgemein 259

Allgemeine Handhabung des Meßgerätes 26

Allgemeine Menüs 51

Allgemeines..... 23

Analog I/O..... 49

Analogausgänge 57; 267; 269

Analogeingänge..... 56; 267; 268

Anforderungen an das Referenzmeßgerät..... 257

Anlaufstrom..... 90; 95

Anschaltung 207

Anschluß 37

Anschlußbelegung "Sync-Buchse 271

Anschlüsse 48; 232; 271

Anzeige 50

Anzeige der Meßwerte 260

Anzeige von Meßwerten..... 93; 108; 117; 123; 130

Aron 79

Aron Schaltung 41

Aron-Schaltung 188

Aufstellen.....37

Ausgabe von Meßwerten 103; 113; 119; 125; 131

Ausgabeformat 239

Auslieferungszustand 37

Auspacken.....37

Auto Zero.....257

Automatische Meßbereichsumschaltung.....84

Autorange84

B

Batterie.....258

Bedienelemente.....47

Bedienung24

Bemerkungen68

Benutzerdefinierte Karteikarte60

Benutzerdefiniertes Menü 60; 103; 112; 119; 125

Berechnung der Meßwerte 89; 107; 116

Berechnungen61

Bewertung der Harmonischen.....105

Blindenergie..... 91; 92

Blindleistung..... 90; 92

Blindwiderstand91

Blockdiagramm

Hauptrechner280

LMG450277

Prozeßsignal-Schnittstelle.....281

Spannungsmeißkanäle278

Strommeißkanäle279

BMP2PC.....235

C

CE-Flicker Meßmodus.....115

Color51

COM A50

COM A, RS232233

COM B49

COM B, RS232.....233

configuration127

Contrast.....51

Crestfaktor108

Current 47; 95; 109; 118; 124

Custom	48
Custom menu	60
Cycle	79
Cycletime	79

D

D.....	123
Datalogging.....	235
Datum setzen	51
dc.....	118
DC Anteil	90; 108
Default.....	47; 94; 109; 117; 124
Digitalausgänge.....	58; 267; 269
Digitaleingänge	58; 268; 269
Diskettenlaufwerk	241
dmax.....	118
Drehknopf	48
Drehzahl- und Drehmoment- Berechnung	70
Drucken von Skripten	70
Drucker.....	235
Druckerschnittstelle.....	234

E

Editor	61
Effektivwert.....	89; 107; 116
Eingabe von Kennungen	73
Eingabe von Zahlen.....	77
Eingangswiderstand	261
Einstellungen	
Werks-.....	37
EN61000-3-2.....	113
EN61000-3-3.....	117; 119
EN61000-4-15.....	117
Energie	91; 95
Energy	95
ENTER.....	48
Environment Variablen	65
Erdkapazität	261
ESC	48
Excel	244
Extended	102
Externe Synchronisation (Sync.).....	271
Externer Sensor	20; 21
Externer Stromsensor	275

F

FAQ.....	247
Farben	51
Fehlermeldungen.....	245

Fehlerrechnung	247
Fernsteuerprofile.....	54
Filter	82; 129; 265
Flicker	115; 118
Floppy.....	235
Formel Editor.....	61
Formfaktor	90
Freeze.....	47
Frequenzeingänge	268; 269
Frequenzmessung.....	270
Fresnel Diagramm.....	100
Frontseite	47
Funktionsstörung	251

G

Genauigkeit.....	247; 263
gemessener und berechneter Größen	247
Gewicht.....	259
Gleichrichtwert	90
Gleichtaktfehler.....	261; 262
Global Karteikarte	
Measuring.....	105; 115; 127
Glossar	283
Graph	47
Graphische Anzeige	97; 111; 119; 125; 130
Group A/B Karteikarte	
Measuring.....	107; 127
Grundeinstellungen.....	37
Grundschwingung.....	122
Gruppenkonzept.....	28; 79; 127

H

Handhabung des Meßgerätes	26
Harmonische	105; 121
Häufig gestellte Fragen	247
HF-Rejection.....	265
Hilfsversorgung	268; 269
Hinweise und Warnvermerke.....	19

I

I.....	49
I*	49
IEEE488	49
IEEE488.2	233
IEEE488.2 Kommandos	135
IF/IO	48; 52
Inbetriebnahme	37
inrush current.....	90; 95
Int. Time	48

Int. Val	47
Int. Value.....	110; 118
Integral Menu	95
Integration	95
starten.....	96
stoppen.....	96

K

Kalibrierung	256
Kanaltrennung	262
Kapazität zwischen U und I.....	262
Karteikarte Globals	
Measuring	79
Karteikarte Gruppe A/B	
Measuring	80
Range	83
Karteikarte New menu.....	60
Karteikarte Sense/More.....	84
Karteikarte Vars	60
Kennungen	73
Klirrfaktor	108
Kommandos	133; 135
Konfiguration	79; 115; 121
laden.....	72
speichern	72
Werkseinstellungen	72
zurücksetzen.....	72
Konfigurationen verwalten.....	72
Kontrast.....	51
Kopplung.....	80; 128
Krestfaktor.....	90

L

L45-O1	133
L45-O12.....	264
L45-O15.....	264
L45-O3.....	56; 267
L45-O4.....	115
L45-O5	127; 270
L45-O6	31; 40
L45-O7	270
L45-O8.....	121
L45-Z13	273
L45-Z318	49
Laden der Konfiguration	72
Ladung	92
LAN Adapter.....	49
Langzeitauswertung.....	110
Langzeitauswertung der Harmonischen	106
Laptops.....	242
Leistung.....	90; 108
Leistungsfaktor.....	90; 92

Leistungsumfang und Einsatzgebiete.....	23
Linked Values	40
Loggen	103; 113; 119; 125; 131
Logging.....	235
Lokale Variablen.....	65
Lüfter	258

M

Maße	259
Master-Slave Kabel.....	273
Measure	48
Measuring	79; 105; 115; 121; 127; 129
Memorycard Bearbeitung im Laptop	242
Menü	
benutzerdefiniert.....	60
custom	60
Meßbereiche	83; 107; 116; 122; 130; 261
Meßbereichsumschaltung	
automatisch.....	84
Meßeinstellungen.....	79; 105; 115; 121; 127; 129
Messen sehr großer Ströme.....	43
Meßfehler.....	247; 263
Meßgenauigkeit	263
Meßkanäle.....	261
Meßmodus	
100 Harmonische.....	121
Flicker.....	115
normaler.....	79
prCE Harmonische	105
Transienten	127
Meßschaltung	
Aron.....	41
Meßschaltung (typisch) für Stern-Dreieck-Umrechnung (Option L45-O6).....	40
Meßschaltung für Drehstromnetze über internen Strompfad	38
Meßschaltung mit externem Stromsensor	42
Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 1/3phasigen Systemen	39
Meßschaltung zur Wirkungsgradmessung bei 3/3phasigen Systemen	42
Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz	44
Messungen am Mittel- und Hochspannungsnetz ohne N45; 46	
Meßunsicherheit	247; 263
Meßwertdefinitionen.....	85; 107; 116; 122
Meßwerte	
Anzeige.....	93; 130
anzeigen.....	117; 123
berechnen.....	122
Berechnung.....	89
Meßzykluszeit	79
Misc	48; 51; 257; 260
Mittelung	106
MotorTorque-SOFT Option.....	70

N

Normaler Meßmodus.....	79
nquery	134
Nullmodem.....	233
Nullpunktgleich	257

O

Oberschwingungen.....	105; 121
Option	
L45-O1.....	133
L45-O12.....	264
L45-O15.....	264
L45-O3.....	56; 267
L45-O4.....	115
L45-O5.....	127; 270
L45-O6.....	31; 33; 34; 40; 87; 88
L45-O7.....	270
L45-O8.....	121
MotorTorque-SOFT	70
Optionen.....	70; 270
Schlüssel	59

P

Parallele Schnittstelle	233
PE.....	49
phase error.....	264
Phasenwinkel	90
Plot Funktion.....	98
Plt.....	118
Pmom	118
Power	47; 95; 110; 118; 125
prCE-Harmonische-Meßmodus.....	105
Print/Log	47
Printer.....	50; 234; 235
Profile.....	54
Prozeßsignalschnittstelle	56; 267
Pst.....	118

Q

qonly	133
-------------	-----

R

Range	83; 107; 116; 122; 130
Ranges.....	48
Referenzmeßgerät.....	257
Reset.....	37

RS232	233
R _{sce}	107
Rückseite.....	48

S

Save/Recall	47
Scheinenenergie.....	91; 93
Scheinleistung.....	90; 92
Scheinwiderstand	91
Schlüssel	
Optionen	59
Schnittstellen	53; 133
Schwingungpaketsteuerung	81
Scope Funktion	97
Script Editor.....	61
Scripteditor	
Bemerkungen.....	68
Grammatik	63
Grundsätzliches	62
Sensor	42
Setzen	
Datum	51
Zeit	51
Sicherheitshinweise	19
Sicherung	259
Software Update	258
Spannung	
kollektive Summen-.....	92
Spannungsmeßbereiche.....	261
Spannungsschwankungen	115
Speichergröße	187
Speicherkarte	235; 241
Speichermedien.....	241
Speichern der Konfiguration.....	72
Spektrum.....	111
Spitze-Spitze Wert	90
SRAM Karte im PC Card Slots eines Laptops lesen.....	242
SRAM Karte und Laptop.....	242
Start.....	47
Start der Integration	96
Status	47
Statuszeile	50
Stern-Dreieck-Umrechnung	40
Stop.....	47
Strom	
kollektiver Summen-.....	92
Strommeßbereiche	261
Stromsensor	
externe	84; 275
Stromsensoren.....	263; 265
Suffix	133
Summen	
Leistung.....	92

Spannung	92
Strom.....	92
Summenkanäle	29
Summenwerte.....	92
Sync.....	49; 79; 96; 271
Pegel	271
Signale	272
Synchronisation	
externe.....	79; 96; 271
Synchronisiertes Messen von zwei LMG450	273
System Architektur.....	271

T

Technische Daten	259
Testen der Schnittstelle	227
Tests nach EN61000-3-2.....	113
Tests nach IEC61000-3-3.....	119
torque calculation.....	70
Trafoabgleich	264
Transientenmodus	127
Triggerung.....	81

U

U.....	49
U*.....	49

Ü

Überlastfestigkeit	261
--------------------------	-----

U

Update	258
--------------	-----

V

Variablen	
Environment.....	65

lokale	65
Vektor Diagramm	100
Verkettete Werte	31; 40; 86
verketteter Kanal.....	29
Verzerrungsblindleistung.....	123
Voltage.....	47; 94; 109; 117; 124

W

Warnvermerke.....	19
Wartung	256
Wechselrichter	258
Werte	
zeitabhängigen Messungen.....	91
Widerstand.....	91
Wiring.....	207
Wiring '2+2 Channels'	30; 86
Wiring '2+2, UΔI*->UΔIΔ'	34; 88
Wiring '2+2, UΔI*->U*I*'	35; 89
Wiring '3+1 Channels'	30; 85
Wiring '3+1, UΔI*->UΔIΔ'	33; 87
Wiring '3+1, UΔI*->U*I*'	34; 87
Wiring '3+1, U*I*->UΔIΔ'	33; 87
Wiring '4+0 Channels'	29; 85
Wirkenergie	91; 92
Wirkleistung	90; 92
Wirkwiderstand.....	91

Z

Zahlen	
eingeben.....	77
Zahlenformate	244
Zeiger Diagramm	100
Zeit setzen.....	51
zeitabhängigen Messungen	91
Zeitbasis.....	79; 270
Zero Adjustment	257
Zurücksetzen.....	37
Zykluszeit	79

17 Index der Schnittstellen Kommandos

Hier finden sich nur Stichworte zur Schnittstelle. Alle Stichworte bezüglich allgemeiner Themen finden sich in 16, 'Allgemeiner Index'.

		:RESet.....144
*		:FETCh
		[:SCALar]
		:CURRent
*CLS 135		:CFACtor?.....146
*ESE..... 135		:DC?146
*ESR?..... 136		:FFACtor?146
*IDN?..... 136		:FSCale?.....146
*IST?..... 136		:INRush?146
*OPC..... 136		:MAXPk?147
*OPC?..... 137		:MINPk?.....147
*PRE 137		:RUSed?148
*RST 137		[:TRMS]?148
*SRE 138		:CYCLe
*STB?..... 138		:COUNt?149
*TRG..... 138		:SNUMber?149
*WAI..... 139		:TIME?.....149
		:DINPut?149
/		:ENERgy
		:APPArent?150
		:CHARge?150
		:REACtive?151
		:TIME?151
		[:ACTive]?150
		:FLICKer
		:LTRemain?154
		:PHWave?154
		:SOURce
		: PMOMentary?157
		:APMoment?155
		:DC?155
		:DELtAt?156
		:DMAX?156
		:DTMViolation?156
		:HWTRms?156
		:PLT?157
		:PST?157
		:RESult?.....157
		:STATe?158
		:STRemain?.....158
		[:EUTest]
		: PMOMentary?153
		:DC?.....152
		:DELtAt?152
:		
:CALCulate		
:ENVironment..... 139		
:FORMula		
[:DEFine]..... 140		
:LIMit		
:DMAX..... 141		
:FCURrent 141		
:FVERsion 141		
:PFACtor 142		
:POWer 142		
:RSCE..... 142		
:SYSTem 142		
:VERSion..... 143		
:ZREF 143		
:ZTEST 143		
:DISPlay		
:CONTRast..... 144		

:DMax?	152	:STATe?.....	173
:DTMViolation?	153	:THDistort?	174
:HWTRms?	153	:POWer	
:PLT?.....	153	:AACTive?	174
:PST?.....	154	:AAPParent?	174
:RESult?	154	:APParent?	175
:FREQuency		:AREactive?	175
:FINPut?	159	:FSCale?.....	175
:SAMPle?	159	:ICAPacity?.....	176
:HARMonics		:PFACtor?	176
:AMPFactor?	160	:PHASe?.....	176
:AMPower?	160	:REACTive?	176
:APFactor?.....	160	[:ACTive]?	175
:APOWer?	160	:RESistance	
:CDResult?	161	:ASResist?.....	177
:CURRent		:IMPedance?	177
:AAMPLitude?	162	:RSIMPedance?	177
:AFUNDamental?	162	:SSYSstem?	178
:AMPLitude?.....	163	:VARiable?.....	178
:FPRotz?.....	163	:VNAME?.....	178
:FRESult?	163	[:VOLTage]	
:GFResult?	163	:AC?	179
:IAMPLitude?.....	164	:AINPut?	179
:LIMit?	164	:CFACtor?.....	179
:LTResult?.....	165	:DC?	180
:OLIMit?	165	:FFACtor?	180
:PHASe?.....	165	:FSCale?.....	180
:POHarmonic?.....	166	:MAXPk?	180
:POLimit?.....	166	:MINPk?.....	181
:SAVerage?	166	:PHASe?.....	181
:SMOothed?	166	:PPEak?	181
:STATe?	167	:RECTify?	181
:THARmonic?	167	:RUSed?.....	181
:THDistort?	167	[:TRMS]?	182
:LTRemain?	168	:FORMat	
:POWer		:DATA	182
:ACTive.....	168	:GTL	225
:APParent	168	:INITiate	
:REACTive.....	169	:CONTinuous	183
:VOLTage		:COPY	184
:IAMPLitude?.....	170	:IMMediate	184
[:VOLTage]		:INPut	
:AMPLitude?.....	169	:COUPling	185
:GFResult?	169	:INSTrument	
:HWCFactor?	170	:SELect	185
:LIMit?	170	:LEN	225
:LTResult?.....	171	:MEMory	
:MAMPLitude?	171	:FREeze	186
:MAXCfactor?.....	171	:SSIZe.....	187
:MAXPhi?.....	172	:READ	
:MINCfactor?.....	172	[:SCALar]	
:MINPhi?	172	:CURRent	
:OLIMit?	172	:CFACtor?.....	146
:PHASe?.....	173	:DC?	146
:PPHase?	173	:FFACtor?	146

:FSCale?	146	:AMPLitude?	163
:INRush?	146	:FPRotz?	163
:MAXPk?	147	:FRESult?	163
:MINPk?	147	:GFResult?	163
:RUSed?	148	:IAMplitude?	164
[:TRMS]?	148	:LIMit?	164
:CYCLe		:LTResult?	165
:COUNt?	149	:OLIMit?	165
:SNUMber?	149	:PHASe?	165
:TIME?	149	:POHarmonic?	166
:DINPut?	149	:POLimit?	166
:ENERgy		:SAVerge?	166
:APParent?	150	:SMOothed?	166
:CHARge?	150	:STATe?	167
:REACTive?	151	:THARmonic?	167
:TIME?	151	:THDistort?	167
[:ACTiVe]?	150	:LTRemain?	168
:FLICKer		:VOLTag	
:LTRemain?	154	:IAMplitude?	170
:PHWave?	154	[:VOLTag]	
:SOURce		:AMPLitude?	169
: PMOMentary?	157	:GFResult?	169
:APMoment?	155	:HWCFactor?	170
:DC?	155	:LIMit?	170
:DELtAt?	156	:LTResult?	171
:DMAX?	156	:MAMplitude?	171
:DTMViolation?	156	:MAXCfactor?	171
:HWTRms?	156	:MAXPhi?	172
:PLT?	157	:MINCfactor?	172
:PST?	157	:MINPhi?	172
:RESult?	157	:OLIMit?	172
:STATe?	158	:PHASe?	173
:STRemain?	158	:PPHase?	173
[:EUTest]		:STATe?	173
: PMOMentary?	153	:THDistort?	174
:DC?	152	Power	
:DELtAt?	152	: APParent?	168
:DMAX?	152	:ACTiVe?	168
:DTMViolation?	153	:REACTive?	169
:HWTRms?	153	:POWER	
:PLT?	153	:AACTive?	174
:PST?	154	:AAPParent?	174
:RESult?	154	:APParent?	175
:FREQuency		:AREactive?	175
:FINPut?	159	:FSCale?	175
:SAMPLE?	159	:ICAPacity?	176
:HARMonics		:PFACtor?	176
:AMPFactor?	160	:PHASe?	176
:AMPower?	160	:REACTive?	176
:APFactor?	160	[:ACTiVe]?	175
:APOWer?	160	:RESistance	
:CDResult?	161	:ASResist?	177
:CURRent		:IMPedance?	177
:AAMplitude?	162	:RSIMpedance?	177
:AFUNDamental?	162	:SSYSstem?	178

:VARIABLE?	178	:TRANsient	
:VNAME?	178	:ACRegister	199
[:VOLTage]		:BLIMit	200
:AC?	179	:CHANnels	200
:AINPut?	179	:DURation	200
:CFACtor?	179	:OCRegister	201
:DC?	180	:RTIME	201
:FFACtor?	180	:SIGNal	201
:FSCale?	180	:SRDT	202
:MAXPk?	180	:SRDY	202
:MINPk?	181	:SROVER	202
:PHASe?	181	:VOLTage	
:PPEak?	181	:IDENTify?	202
:RECTify?	181	:RANGe	
:RUSed?	181	:AUTO	203
[:TRMS]?	182	:LINTern?	203
:SENSe		[:UPPer]	204
:AINPut		:SCALE	204
:FSCale	187	:WAVEform	
:ZERO	188	:CYCLes	205
:ARON	188	:IUPDate	205
:AVERage		:SATRigger?	205
:COUNT	188	:SBTRigger?	205
:CURRENT		:SCTRigger?	206
:DETECTOR	189	:SRATE?	206
:IDENTify?	189	:SSAMples	206
:RANGe		:WAVE?	207
:AUTO	190	:WIRing	207
:LINTern?	190	:ZPREject	208
[:UPPer]	191	:SOURce	
:SCALE	191	:DIGital	
:FILTer		:CONDition	208
:AFILTer	191	:LIMit	208
[:LPASS]		:VALue	209
[:STATe]	192	:VOLTage	
:FINPut		:SCALE	
:SCALE	193	:FSCale	209
:FLICKer		:ZERO	209
:PERiods	193	:VALue	210
:STIME	194	:STATus	
:HARMonics		:OPERation	
:FDIV	194	:CONDition?	210
:ISTart	195	:ENABLE	211
:REFerence	195	:NTRansition	211
:SMOoth	195	:PTRansition	211
:TIME	195	[:EVENT]?	211
:INTEgral		:PRESet	211
:DATE	196	:QUESTionable	
:INTerval	196	:CONDition?	212
:MODE	197	:ENABLE	212
:STATe?	197	:NTRansition	213
:TIME	197	:PTRansition	213
:RPValues	198	[:EVENT]?	212
:SWEep		:SYSTem	
:TIME	198	:BEEPer	

:IMMediate	214
:DATE	214
:ERRor	
:ALL?	215
:COUNt?	216
[:NEXT]?	216
:HELP	
:HEADers?	217
:KEY	217
:LANGuage	218
:OPTions?	219
:PHEader	219
:TIME	219
:TRIGger	
:ACTion	220
:ICURrent	221
:INTerval	
:RESet	221
:START	222
:STOP	222
[:SEQUence]	
:COUPle	222
:EXTend	
FILTer	223
HYSTeresis	224
LEVel	224
SOURce	224
:SOURce	225

A

Abtastfrequenz	159
Abtastwert	
Meßzyklus	149
Triggerzeitpunkt	206
Abtastwerte	
Aufzeichnungsrate	206
gespeicherte	206
Informationen	205
lesen	207
nach Triggerzeitpunkt	205
vor Triggerzeitpunkt	205
Abtastzyklen	
Anzahl	205
Abtastzyklenanzahl	205
AC	
Spannung	179
ACTN	220
AIHI	187
AILO	188
Ain	179
AIVA?	179
Aktion	220
Aktualisierung	

Meßwerte	184
Amplitude	
Spannungsharmonische	169
Stromharmonische	163
Analog Ausgang	
Nullpunkt	209
Analog Ausgänge	
Full Scale	209
Wert	210
Analog Eingang	
Full Scale	187
Nullpunkt	188
Analogeingang	
Spannung	179
Anlaufstrom	
zurücksetzen	221
anti-aliasing	191
Anzahl Fehler	216
AOHI	209
AOIX	210
AOLO	209
ARON	188
Aufzeichnungsdauer	
Transienten	201
Ausgabe	
Flicker Norm	141
Harmonische Norm	143
Aussteuerung	
Strom	148; 181
Auswertebedingung	
Digital Ausgang	208
Autorange	
Spannung	203
Strom	190
AVER	188
average	188

B

Bedingung	
Digital Ausgang	208
BEEP	214
Beispiel	
SCPI	227
SHORT	230
Berechnungen	
Umgebungsvariable	139
Blindenergie	151
Blindleistung	176
Harmonische	169
Blindwiderstand	
seriell	177

C

CONT	183
COPY	184
COUNT?	149
COUPL	222
Crest Faktor	
Spannung	179
Strom.....	146
Crestfaktor	
Halbwellen	170
Maximum	171
Minimum	172
current	
inrush zurücksetzen.....	221
CYCL	198
Cycle	198
CYCR?	149

D

d(t).....	152; 156
d(t) Verletzung	153; 156
DATE	214
Daten	
Ausgabeformat	182
Datum	
Start Energiemessung.....	196
System.....	214
DC	152; 155
Spannung	180
Strom.....	146
dcl.....	152
dcs	155
Defaultwerte	
Operation und Query Register	211
device	
reset.....	137
DIFQ?	159
DIFS	193
DigFrq	159
Digital Ausgang	
Auswertebedingung	208
Digital Ausgänge	
Grenzwerte	208
Wert	209
Digitaleingänge	149
DISC	144
Display	
Kontrast.....	144
Reset	144
DISR	144
DIST?	149
dmax.....	152; 156

dmax Limit.....	141
dmaxl	152
dmaxs	156
DOCO	208
DOIX	209
DOLI.....	208
Drehstromsystem	178
Drucker	
header	219
dt	
Transienten	202
dtd.....	152
dts	156
dy	
Transienten	202

E

echte Meßzeit.....	149
EDIT	143
Effektivwert	
Halbwellen.....	153; 156
Spannung	182
Strom	148
EI?.....	150
Einfrieren	
Scope	186
Eingangsstrom	
geglättet	166
geglättet, gemittelt	166
Einschaltstrom	146
Energie	
Blind	151
Integrationsmodus	197
Schein	150
Startdatum.....	196
starten	222
Startzeit.....	197
Status	197
stoppen	222
Wirk.....	150
Zeit	151
Zeitintervall	196
zurücksetzen	221
ENV	139
EP	150
EP?.....	150
EQ.....	151
EQ?.....	151
Ereignisdauer	
Transienten	200
Ergebnis	
Fluktuierende.....	163
Spannungsharmonische	171; 172
Stromharmonische	165

ERR?	216
ERRALL?	215
ERRCNT?	216
ES	150
ES?	150
Event Register	
löschen	135
Event Status	
Enable Register	135
Register	136
Extended Trigger	
Filter	223
Hysteresis	224
Level	224
Pegel	224
Quelle	224
Source	224
externer Stromeingang	189

F

FAAF	191
FDIV	194
Fehler	215
ältester	216
Anzahl	216
Fehler-/Ereignisschlange	
löschen	135
FILT	192
filter	192
anti-aliasing	191
Extended Trigger	223
FLCF?	170
FLCN?	172
FLCX?	171
FLDC?	152
FLDL	141
FLDT?	152
FLDX?	152
Flicker	
d(t)	152; 156
d(t) Verletzung	153; 156
dc	152; 155
dmax	152; 156
dmax Limit	141
gemittelter momentaner Pegel	155
Halbwelleneffektivwert	153; 156
Kurzzeit	194
momentaner Pegel	153; 157
Perioden	193
Plt	153; 157
Pst	154; 157
Restlaufzeit	154; 158
Resultat	154; 157
starten	222
Status	158
stoppen	222
Zref	143
Ztest	143
Flicker Norm	
Ausgabe	141
FlkPer	193
FLLT?	153
FLMS?	153
FLMV?	153
FLPH?	154
FLPN?	172
FLPS	193
FLPX?	172
FLRE?	154
FLRM?	153
FLST?	154
FLTR?	154
Fluktuierende	
Ergebnis	163
FLUP?	173
FNRM	141
FORM	140
Form Faktor	
Spannung	180
Strom	146
Format	
Daten	182
Formeleditor	140
Umgebungsvariable	139
Freeze	186
Frequenz	
Abstimmung	159
Prozeßsignalschnittstelle	159
Frequenzeingang	
Skalierung	193
Frequenzteilverhältnis	194
Fresnel	
Referenz	195
FRMT	182
FRZ	186
FSDC?	155
FSDT?	156
FSDX?	156
FSI?	146
FSLT?	157
FSMO?	155
FSMS?	157
FSMV?	156
FSP?	175
FSRE?	157
FSRM?	156
FSST?	157
FSTA?	158

FSTR?	158
FSU?	180
FTIM	194
Full Scale	
Analog Ausgänge	209
Analog Eingang	187
Leistung	175
Spannung	180
Strom	146

G

geglättete Leistung	160
geglätteter Leistungsfaktor	160
gemittelter momentaner Flickerpegel	155
Gerät	
zurücksetzen	137
Gesamt-Oberschwingungsstrom	167
gespeicherte Abtastwerte	206
GFRQ?	206
Gleichrichtwert	
Spannung	181
GMEM	187
GMUL	205
Grenzwert	
Spannungsharmonische	170
Strom (partial odd harmonic)	166
Stromharmonische	164
Grenzwerte	
Digital Ausgänge	208
Grundschwingungsstrom	141
Leistung	142
Leistungsfaktor	142
Transienten	200
Grundschwingungsstrom	
harmonischer	141
Maximum	162
GTL	225

H

Halbwellen	
Wirkleistung	154
Halbwelleneffektivwert	153; 156
harmonic limits	
rsce	142
Harmonische	
Blindleistung	169
Crestfaktor Spannung	170
Ergebnis Fluktuiierende	163
Ergebnis Spannungsüberwachung	169; 173
Ergebnis Stromüberwachung	163; 167
geglätteter gemittelter Strom	166
geglätteter Strom	166

Klasse D Ergebnis	161
Maximale Dauer	163
maximale Spannungsamplitude	171
maximaler Grundschwingungsstrom	162
Meßzeit	195
Mittelung	195
mittlere Stromamplitude	162
partial odd current	166
partial odd limit	166
Phase Spitzenwert Spannung	173
Referenz	195
Scheinleistung	168
Spannungsamplitude	169
Spannungsgrenzwerte	170
Spannungsphase	173
Stromamplitude	163
Stromgrenzwerte	164
Stromphase	165
THD Spannung	174
THD Strom	167
verbleibende Meßzeit	168
Wirkleistung	168
Zwischen-	
Spannung	170
Strom	164
Harmonische Norm	
Ausgabe	143
HEAD?	217
HENS?	161
HFMX?	163
HIAM?	163
HIAS?	166
HIAV?	162
HIFL?	163
HIFM?	162
HIGF?	163
HIHD?	167
HILM?	164
HILT?	165
HIMA?	166
HIOV?	165
HIPH?	165
HIST?	167
HIZA?	164
HLIP?	166
HLTR?	168
HNZ	195
HPAM?	168
HPAV?	160
HPFA?	160
HPFM?	160
HPM?	160
HPOC?	166
HQAM?	169
HREF	195

HSAM?	168
HTHC?	167
HTIM	195
HUAM?	169
HUGF?	169
HUHD?	174
HULM?	170
HULT?	171
HUMX?	171
HUOV?	172
HUPH?	173
HUST?	173
HUZA?	170
Hysterese	
Extended Trigger	224

I

IAM	190
Iaver	162
Icf	146
ICF?	146
Idc	146
IDC?	146
identifizieren	
Spannungssensor	202
Stromsensor	189
IDNI?	189
IDNU?	202
IEXT	189
Iff	146
IFF?	146
Ih	163
IILS	190
IINC	221
Iinr	146
IINR?	146
IL	164
IMAX?	147
IMIN?	147
Impedanz	
Referenz-	143
Test-	143
INCA?	176
Individual Status Query	136
induktiv	176
Informationen	
Abtastwerte	205
INIM	184
inrush current	146
zurücksetzen	221
INTD	196
Integrationsmodus	197
Interharmonische	

Start	195
interner Stromeingang	189
INTI	196
INTM	197
INTR?	151
INTS?	197
INTT	197
IP	165
Ipkn	147
Ipkp	147
Iphc	166
IRNG	191
ISCA	191
Iscal	191
ISO	141
Ithc	167
Ithd	167
Itrms	148
ITRMS?	148

K

kapazitiv	176
Kennung	136
KEY	217
Klasse D Ergebnis	161
Klirrfaktor	
Spannung	174
Strom	167
Kommandos	
SCPI	217
Kommandosatz wechseln	218
kontinuierliche Verarbeitung	183
Kontrast	144
Kopplung	
Signal	185
Triggerung	222
Kurzzeit	
Flicker	194

L

Ladung	150
LANG	218
Leistung	
Blind	176
Full Scale	175
geglättet	160
geglättetes Maximum	160
Halbwelle	154
harmonische	142
induktiv	176
Kapazitiv	176

mittlere Blind	175
mittlere Schein	174
mittlere Wirk	174
Schein	175
Wirk	175
Leistungsfaktor	176
geglättet	160
geglättetes Maximum	160
harmonischer	142
LEN	225
Level	
Extended Trigger	224
Limits	
Digital Ausgänge	208
local state	225
löschen	
Event Register	135
Fehler-/Ereignisschlange	135

M

maximale Amplitude	
Spannungsharmonische	171
Maximale Dauer	
Stromharmonische	163
Maximale Phase	
Spitzenwert Spannung	172
Maximaler Crestfactor	
Spannung	171
Maximum	
geglättete Leistung	160
geglätteter Leistungsfaktor	160
Grundschwingungsstrom	162
Spannung	180
Strom	147
Meßbereich	
Spannung	204
Strom	191
Meßbereiche	
Spannung	203
Strom	190
Meßkanäle	
Transienten	200
Meßmodus	185
Messung	
Anlaufstrom	221
Meßwerte	
aktualisieren	184
Meßzeit	
Harmonische	195
Meßzyklus	
Abtastwert	149
Meßzyklusnummer	149
Minimale Phase	
Spitzenwert Spannung	172

Minimaler Crestfactor	
Spannung	172
Minimum	
Spannung	181
Strom	147
Mittelung	188
Harmonische	195
Mittelwert	
geglätteter Eingangsstrom	166
mittlere	
Blindleistung	175
mittlere Amplitude	
Stromharmonische	162
mittlere Scheinleistung	174
mittlere Wirkleistung	174
MODE	185
Modus	185
momentaner Flickerpegel	153; 157
gemittelt	155
Mtime	149

N

nquery	134
Nullpunkt	
Analog Ausgang	209
Analog Eingang	188
Nullpunktunterdrückung	208
NVAR?	178

O

ODER Register	
Transienten	201
operation complete	136
Operation Status	
Condition Register	210
Enable Register	211
Event Register	211
Negative Transition Register	211
Positive Transition Register	211
Optionen	
installierte	219
OPTN	219
over x	
Transienten	202
OvrI	148
OVRI?	148
OvrU	181
OVRU?	181

P

P	175
P?	175
Parallel Poll Enable Register	137
Partial odd harmonic current	166
Partial odd harmonic limit	166
Pegel	
Extended Trigger	224
Perioden	
Flicker	193
PF	176
PF?	176
PFSO	142
Ph	168
phantom values	
reject	198
Phase	176
Spannungsharmonische	173
Stromharmonische	165
Phase Spitzenwert	
Halbwellen	173
Phasenlage	
Maximale Spannungsspitze	172
Minimale Spannungsspitze	172
Phasenwinkel	
Spannung	181
PHDR	219
PHI	176
PHI?	176
Pieper	214
Plt	153; 157
Pltl	153
Plts	157
Pm	174
PM?	174
Pml	153
Pmoms	155
Pms	157
PRES	211
printer header	219
Prozeßsignalschnittstelle	
Frequenz	159
PSO	142
Pst	154; 157
Pstl	154
Psts	157

Q

q	150; 176
Q?	176
Qh	169
Qm	175

QM?	175
qonly	133
Quelle	
Extended Trigger	224
Questionable Status	
Condition Register	212
Enable Register	212
Event Register	212
Negative Transition Register	213
Positive Transition Register	213

R

Referenz	
Fresnel	195
Harmonische	195
Referenzimpedanz	143
Register	
Event Status	136
Event Status Enable	135
Operation Status Condition	210
Operation Status Enable	211
Operation Status Event	211
Operation Status Negative Transition	211
Operation Status Positive Transition	211
Parallel Poll Enable	137
Preset	
Operation und Query	211
Questionable Status Condition	212
Questionable Status Enable	212
Questionable Status Event	212
Questionable Status Negative Transition	213
Questionable Status Positive Transition	213
Service Request Enable	138
Status Byte	138
reject phantom values	198
Remote - Betriebes	225
Remote Status	225
reset	221
device	137
Display	144
Restlaufzeit Flicker	154; 158
Result	
Harmonische Spannungen	169; 173
Harmonische Ströme	163; 167
Resultat	
Flickermessung	154; 157
Klasse D	161
RLS?	178
RngI	191
RngU	204
RPHV	198
RSCE	142
Rser	177

RSER?	177
rücksetzen	
Energie	221

S

S	175
S?	175
SACT	205
SATR?	205
SBTR?	205
Scheinenergie	150
Scheinleistung	175
Harmonische	168
Scheinwiderstand	177
Scope	
einfrieren	186
SCPI	
Beispiel	227
SCPI Kommandos	217
SCPL	185
Scripteditor	140
SCTC?	149
SCTT?	206
Sensor	
Spannung-, identifizieren	202
Strom-, identifizieren	189
serieller	
Blindwiderstand	177
Wirkwiderstand	177
Service Request Enable Register	138
Sh	168
SHORT	
Beispiel	230
Siganlkopplung	185
signal	
transients	201
Skalierung	
Frequenzeingang	193
Strom	191
voltage	204
Sm	174
SM?	174
SMOO	195
SMPL?	159
SOC?	210
SOE?	211
SOEN	211
SONT	211
SOPT	211
Source	
Extended Trigger	224
Spannung	
AC	179
Analogeingang	179

Autorange	203
Crest Faktor	179
Crestfaktor Halbwellen	170
DC	180
Effektivwert	182
Ergebnis Harmonische	171; 172
Form Faktor	180
Full Scale	180
Gleichrichtwert	181
Harmonische	169
Harmonische Grenzwerte	170
maximale Harmonische	171
Maximale Phase	172
maximaler Crestfaktor	171
Maximum	180
Meßbereich	204
Meßbereiche	203
Minimale Phase	172
minimaler Crestfaktor	172
Minimum	181
Phase	173
Phasenlage Spitzenwert	173
Phasenwinkel	181
Spitze-Spitze	181
THD	174
Zwischenharmonische	170
Spannungsharmonische	
Ergebnis	171; 172
Spannungssensor identifizieren	202
Spitze-Spitze	
Spannung	181
SQC?	212
SQE?	212
SQEN	212
SQNT	213
SQPT	213
SSAM	206
START	222
Startdatum Energiemessung	196
starten	
Energie	222
Flicker	222
startup current	146
zurücksetzen	221
Startzeit	
Energie	197
state	
local	225
Status	
Energiemessung	197
Flicker	158
Status Byte Register	138
STOP	222
stoppen	
Energie	222

Flicker	222
Strom	
Anlauf messen	221
Aussteuerung.....	148; 181
Autorange.....	190
Crest Faktor.....	146
DC.....	146
Effektivwert	148
Einschalt-	146
Ergebnis Harmonische	165
Form Faktor	146
Full Scale	146
Gesamt-Oberschwingungs-	167
Harmonische	163
Harmonische Grenzwerte.....	164
inrush	146
inrush zurücksetzen.....	221
maximale Dauer Harmonische	163
Maximum.....	147
Meßbereich	191
Meßbereiche.....	190
Minimum	147
mittlere Harmonische	162
partial odd harmonic	166
Phase	165
Skalierung.....	191
THD	167
Zwischenharmonische.....	164
Stromeingang intern/extern	189
Stromharmonische	
Ergebnis	165
Stromsensor identifizieren.....	189
Summer	214
SYNC.....	225
Synchronisation	
Kopplung	222
Quelle.....	225
SYSD	142
System	
Versorgungs-.....	142
Systemdatum	214
Systemzeit	219

T

TACR	199
Taste	217
TDT	202
TDU	202
TDUR.....	200
TDX	202
Testimpedanz	143
THD	
Spannung	174

Strom	167
TIME	219
TLIB	200
TOCR.....	201
Transienten	
Aufzeichnungsdauer	201
dt.....	202
dy.....	202
Ereignisdauer.....	200
Grenzwerte.....	200
Kanäle.....	200
ODER Register.....	201
over x.....	202
UND Register	199
transients	
signal	201
TRCH.....	200
TRDE	224
TRDF	223
TRDH	224
TRDL	224
TREC	201
Trigger	138
Abtastwertnummer.....	206
Triggerung	
Filter	223
Hysterese	224
Kopplung.....	222
Level.....	224
Pegel	224
Quelle	224
Source.....	224
TSRC	201

U

Uac.....	179
UAC?	179
UAM.....	203
Ucf	179
UCF?.....	179
Udc	180
UDC?	180
Uff.....	180
UFF?.....	180
Uh	169
UhwL	153
Uhws.....	156
UILS	203
UL	170
UMax	171
UMAX?	180
Umgebungsvariable	139
UMIN?.....	181

umschalten	
Kommandosatz.....	218
UND Register	
Transienten.....	199
UP	173
UPHI?	181
Upkn.....	181
Upkp.....	180
Upp.....	181
UPP?	181
UREC?	181
Urect.....	181
URNG	204
USCA	204
Uscal	204
Uthd	174
Utrms.....	182
UTRMS?	182

V

VAR?	178
Variable.....	178
Zugriff per Name.....	178
Verarbeitung	
kontinuierlich.....	183
verbleibende Meßzeit	
Harmonische	168
Verhältnis	
Frequenzteiler	194
Version	
Flicker Norm.....	141
Harmonische Norm	143
Versorgungssystem	142; 178
voltage	
scaling	204

W

Warten.....	139
WAVE?	207
wechseln	
Kommandosatz.....	218

Wert	
Analog Ausgänge.....	210
Digital Ausgänge	209
Widerstand	
Blind, seriell	177
Schein	177
Wirk, seriell	177
WIRE	207
Wirkenergie	150
Wirkleistung	175
Halbwelle.....	154
Harmonische.....	168
Wirkwiderstand	
seriell	177

X

Xser.....	177
XSER?	177

Z

Z.....	177
Z?	177
Zähler	
Meßzyklus	149
Zeit	
Energie Start	197
Energiesmessung.....	151
Flicker Kurzzeit	194
Harmonische Messung.....	195
System	219
Zyklus	198
Zeitintervall Energiesmessung.....	196
ZREF	143
ZSUP	208
ZTST.....	143
Zurücksetzen	
Gerät	137
Zwischenharmonische	
Spannung.....	170
Strom	164
Zykluszeit	198