

3-Phasen- LMG310
Präzisions-Leistungmeßgerät

Benutzerhandbuch

© Copyright 2002

ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH

Tabaksmühlenweg 30

D-61440 Oberursel (Taunus), FRG

Tel. 06171 6287-50

Fax 06171 52086

email: sales@zes.com

Nachdruck, Vervielfältigungen 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.

EG-Konformitätserklärung

CE Conformity Declaration

für das

for the

3Phasen Präzisions Leistungsmeßgerät

3Phase Precision Powermeter

LMG310

Hiermit wird bestätigt, daß das oben aufgeführte Gerät den Anforderungen der Richtlinien (89/336/EWG) und (73/23/EWG) der Europäischen Gemeinschaft entspricht.

We certify that the above device accomplishes with all requirements which are defined in the directives (89/336/EWG) and (73/23/EWG) of the European Community.

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

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

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

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

EN61010-1:1993

EN55011:1991

EN50082-1:1997

EN61000-3-2:1995 + A14:2000

EN61000-3-3 :1995

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, 16. Dezember 2000


Georg Zimmer, Geschäftsführer

Prüfbescheinigung

Gerätetyp:

Seriennummer:

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

Qualitätskontrolle

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise und Warnvermerke.....	1
1.1 Sicherheitshinweise.....	1
2 Allgemeines.....	3
2.1 Leistungsumfang und Einsatzgebiete.....	3
2.2 Bedienung.....	4
3 Bedienelemente.....	7
3.1 Frontseite.....	7
3.2 Rückseite.....	10
3.3 Anzeige.....	14
3.3.1 Statuszeile.....	14
4 Inbetriebnahme.....	21
4.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes.....	21
4.2 Anschließen des Gerätes an ein Meßobjekt.....	22
4.2.1 Meßschaltung 3-phasig, 4-Draht (3Ø 4w).....	24
4.2.2 Meßschaltung 3-phasig, 4-Draht mit externen Shunts (3Ø 4w).....	25
4.2.3 Meßschaltung 3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Sternschaltung mit Mittelpunktnachbildung (3Ø 3w 3m).....	26
4.2.4 Meßschaltung 1-phasig, 2-Draht (1Ø 2w).....	27
4.2.5 Meßschaltung 1-phasig, 2-Draht mit externem Shunt (1Ø 2w).....	28
4.2.6 Meßschaltung 2(3)-phasig, 3-Draht 2-Wattmeter-Methode Aron-Schaltung (2(3)Ø 3w 2m).....	29
4.2.7 Meßschaltung 3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Dreieckschaltung (3Ø 3w 3m).....	30
5 Meßwerte und Meßwertdarstellung.....	31
5.1 Standardanzeigen (Default menü).....	38
5.2 Spannungsmessung.....	39
5.3 Strommessung.....	41
5.4 Leistungsmessung.....	42
5.5 Energiemessung.....	43
5.6 Graphische Darstellungen.....	43
5.7 Benutzerdefinierte Menüs und Formeleditor.....	47
5.8 Verkettete Größen, Stern-Dreieck-Umrechnung.....	51
6 Konfiguration.....	55
6.1 Technisches Konzept und Meßwertaufnahme.....	55
6.2 Measuring Menü, Meßsteuerung.....	56
6.2.1 Normaler und harmonischer Modus.....	57
6.2.2 Transientenmodus.....	62
6.2.3 Flickermodus.....	66

6.3 Ranges Menü, Meßbereichswahl	67
6.4 Integral Menü, Meßzeitsteuerung.....	69
6.5 Logging Menü, Datenaufzeichnung.....	71
6.6 Bus (If) Menü, Schnittstelleneinstellungen.....	73
6.7 Options Menü, weitere Einstellungen	75
7 Technische Daten	81
7.1 Mechanische Daten	81
7.2 Elektrische Daten.....	82
8 Schnittstellen und Optionen.....	91
8.1 Signalprozessor-Einschub SP31	91
8.1.1 Synchronisation (Sync).....	91
8.1.2 PCIF, Schnelle RS232 Schnittstelle für Abtastwerte (Option)	95
8.2 Rechner-Schnittstellen-Einschub IF31 (Option).....	95
8.2.1 Kennungen	99
8.2.1.1 Kennungen Analog I/O	99
8.2.1.2 Kennungen Digital I/O	100
8.2.1.3 Kennungen Integral-Werte	101
8.2.1.4 Kennungen Steuerbefehle Integral	102
8.2.1.5 Kennungen Steuerbefehle Filter / Flickermessung	102
8.2.1.6 Kennungen Globale Einstellungen	104
8.2.1.7 Kennungen Harmonische Analyse	106
8.2.1.8 Kennungen Strom	108
8.2.1.9 Kennungen der Bewertung der harmonische Analyse.....	109
8.2.1.10 Kennungen verketteter Werte.....	110
8.2.1.11 Kennungen Steuerbefehle Meßzyklus	111
8.2.1.12 Kennungen Optionen.....	112
8.2.1.13 Kennungen Leistung	113
8.2.1.14 Kennungen Steuerbefehle Meßbereiche	113
8.2.1.15 Kennungen Transienten.....	114
8.2.1.16 Kennungen Spannungen.....	116
8.2.1.17 Kennungen Globale Variablen/Versionskennungen.....	116
8.2.1.18 Kennungen Widerstands/Leitwert.....	117
8.2.2 RS232.....	120
8.2.2.1 Beispiel.....	122
8.2.3 IEEE488-Schnittstelle	123
8.2.3.1 Grundlagen	123
8.2.3.2 Register	125
8.2.3.3 Empfangen von Daten mit IEEE	129
8.2.3.4 Befehle der Norm 2.....	130
8.2.4 Externe Parametereinstellung mittels DIP-Schalter	137
8.3 Prozeßsignal (In/Out)-Schnittstellen-Einschub IO31 (Option)	139
8.3.1 Analogeingänge/-ausgänge	139
8.3.2 Digitaleingänge/-ausgänge.....	141

8.4	Transientenspeicherung und -überwachung	144
8.5	Datenaufzeichnung auf Speicherkarte und Drucker	149
8.5.1	Drucker	149
8.5.2	Speicherkarte	151
8.5.3	SRAM Karte mittels PCCard (PCMCIA) Slots eines Laptops bearbeiten	156
8.5.4	Ausgabe von Scope- und Plotgraphen auf einen PC	156
8.5.4.1	Verbindung zwischen LMG310 und PC	157
8.5.4.2	Start der Datenübertragung	157
8.6	Beschreibung der modifizierten externen Shunteingänge (Option L31-O14)	157
8.6.1	Serienmäßige Eingänge	157
8.6.2	Modifizierte Shunteingänge	158
8.6.3	Modifizierte Shunteingänge bei Verwendung eines Stromwandlers	158
8.6.4	Übersicht der verschiedenen Ausführungen	160
9	Applikationshinweise	161
9.1	Prüfungen nach EN61000-3	161
9.1.1	Oberschwingungen (EN61000-3-2)	161
9.1.2	Spannungsschwankungen, Flicker (EN61000-3-3)	164
9.2	Anwendungsbeispiele	164
9.2.1	Halogenlampen	164
9.2.2	Messungen an Transformatoren und Baugruppen mit kleinen Leistungsfaktoren	165
9.2.3	Messung von Phasenwinkeln	165
9.2.4	Messungen an Frequenzumrichter und Motor	165
9.2.5	Verwendung der verketteten Werte für Differenzmessungen	167
9.2.6	Wirkungsgrad von DC betriebenen Umrichtern und Zwischenkreismessungen	170
9.2.7	Master Slave Betrieb LMG310	173
9.3	Häufig gestellte Fragen	174
9.3.1	Genauigkeiten gemessener und berechneter Größen:	174
9.3.2	Beispiel zur Meßgenauigkeit bei nichtsinusförmigen Signalen	176
9.3.3	Erläuterungen zu den allgemeinen Genauigkeitsangaben:	177
9.3.4	Messungen bei Frequenzen, die über der Abtastfrequenz liegen	178
9.3.5	Verbesserung der Anzeigeauflösung	179
10	Hardwarebeschreibung	181
10.1	Blockschaltbild LMG310	181
10.2	Blockschaltbild Spannungskanal	183
10.3	Blockschaltbild Stromkanal	185
10.4	Blockschaltbild SP31	186
10.5	Blockschaltbild IF31 (Option 01)	187
10.6	Blockschaltbild IO31 (Option 03)	188
11	Service	189
11.1	Liste der austauschbaren Teile am LMG310	189
11.2	Vorgehensweise bei Fehlern	190
11.3	Hinweise bei Meßproblemen	191
11.4	Entfernen des Deckels	197

11.5 Anleitung für Software-Update	197
11.6 Nachrüsten von Optionen.....	198
11.7 Wartung.....	198
11.7.1 Kalibrierung	198
11.7.2 Lüfter	198
11.7.3 Akkumulator	198
12 Index.....	201

1 Hinweise und Warnvermerke

1.1 Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß DIN57411 Teil 1 a / VDE 0411 Teil 1 a (Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte) gebaut 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 LMG310 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 1000V nach Schutzklasse II isoliert, für Spannungen bis 1500V nach Schutzklasse I. Wird ein Meßkanal mit Spannungen über 1000V betrieben, sind die anderen Meßkanäle als berührungsgefährlich anzusehen.

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 Sicherungshalter 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

2 Allgemeines

Das 3-Phasen-Präzisions-Leistungsmeßgerät LMG310 erweitert die ZES Produktlinie von Multimetern für die Leistungsmessung. Es baut auf den Erfahrungen und dem Know-how der bewährten und erfolgreichen ZES-Baureihe LMG90 für 1-phasige Präzisions-Leistungsmessungen auf und ist für 3-phasige Meßanwendungen vorgesehen.

Bedingt durch seine hohe Abtastrate ermöglicht es sehr genaue Messungen der Leistungs- und Verbrauchsverhältnisse an symmetrischen und unsymmetrischen 3-Phasen-Systemen mit beliebiger Last und Signalen mit Frequenzanteilen im Präzisionsbereich von DC bis 400kHz.

Die Bandbreite von 1MHz erlaubt auch die Erfassung höherer Frequenzen.

Transientenüberwachung und -speicherung, Oberschwingungenanalyse 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 LMG310 für nahezu alle professionellen Meßanwendungen geeignet, insbesondere im Bereich der umrichter gespeisten Drehstromantriebe 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 Drehstrommotor 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 1500V mit hohen Frequenzen gegen Erde floaten, was insbesondere bei Messungen an Frequenzumrichtern, Wechselrichtern und Schaltnetzteilen o.ä. unbedingt notwendig ist.

Die Option 'Oberschwingungenanalyse' ermöglicht die Messung der Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen nach IEC 555-2 (DIN VDE 0838 Teil 2) und ist daher für Prüfungen nach dieser Norm unentbehrlich. Des weiteren wird der Anwender in die Lage versetzt, die Verteilung der Energie auf verschiedene Frequenzbereiche, und deren Anteile an der Gesamtleistung zu beurteilen.

Durch die große Störfestigkeit gegenüber schnellen transienten Störgrößen (Burst) gemäß IEC 801 (DIN VDE 0843) eignet sich das LMG310 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.

2.2 Bedienung

Die Bedienung des LMG310 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 der ersten Tastenreihe (*Default, Voltage, Current, Power und Energy*) werden mittels einem einzigen Tastendruck die entsprechenden Meßwerte angezeigt. Innerhalb dieser Anzeigen kann mittels der Softkeys eine bestimmte Auswahl der jeweiligen Meßwerte angezeigt werden. Die vertikal angeordneten Tasten dienen einer Wahl der Meßkanäle, die horizontal angeordneten Tasten bestimmen jeweils eine bestimmte Auswahl der möglichen Meßwerte.

Mit Hilfe der Tasten der zweiten Reihe (*Measuring, Ranges, Integral, Logging, Bus (If) und Options*) werden die Menüs zur Parametereinstellung erreicht. Dort kann man, unterstützt von den Softkeys, sämtliche Betriebsparameter einstellen.

Die benutzerdefinierten Menüs sind direkt über die numerischen Tasten der Zehnertastatur erreichbar.

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

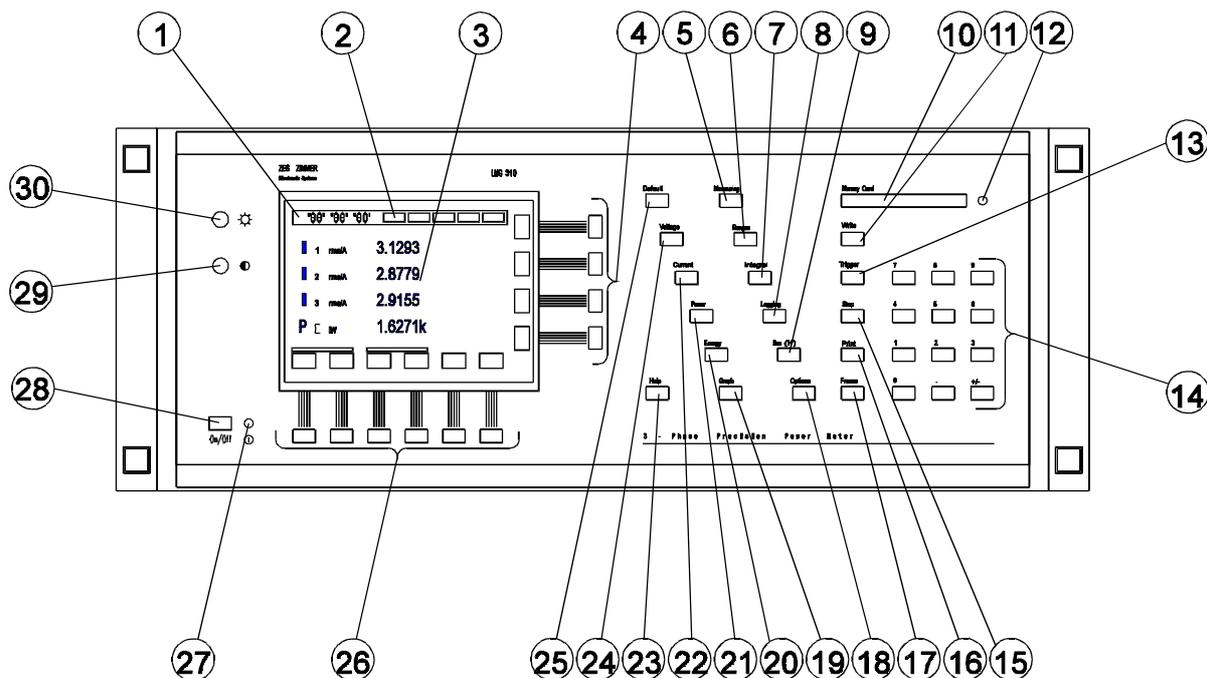
Es werden vier Meßmodi unterschieden:

- Normaler Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG310 als Leistungsmeßgerät mit integrierter Scopefunktion. Von den drei Leistungsmeßkanälen werden die Effektivwerte von Strom, Spannung sowie Leistungen und sich daraus ableitende Größen berechnet.
- Harmonischer Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG310 als Oberschwingungs-Analysator. Von Strom, Spannung und Leistung werden die Oberschwingungen nach Betrag und Phase berechnet.
- Transienten-Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG310 als Transientenrecorder. Die Abtastwerte aller Strom- und Spannungskanäle werden auf ein transientes Ereignis hin aufgenommen und dargestellt.
- Flicker-Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG310 als Flickermeter nach IEC868. Neben den Flickerwerten werden auch noch die Halbwelleneffektivwerte von Strom und Spannung gemessen.

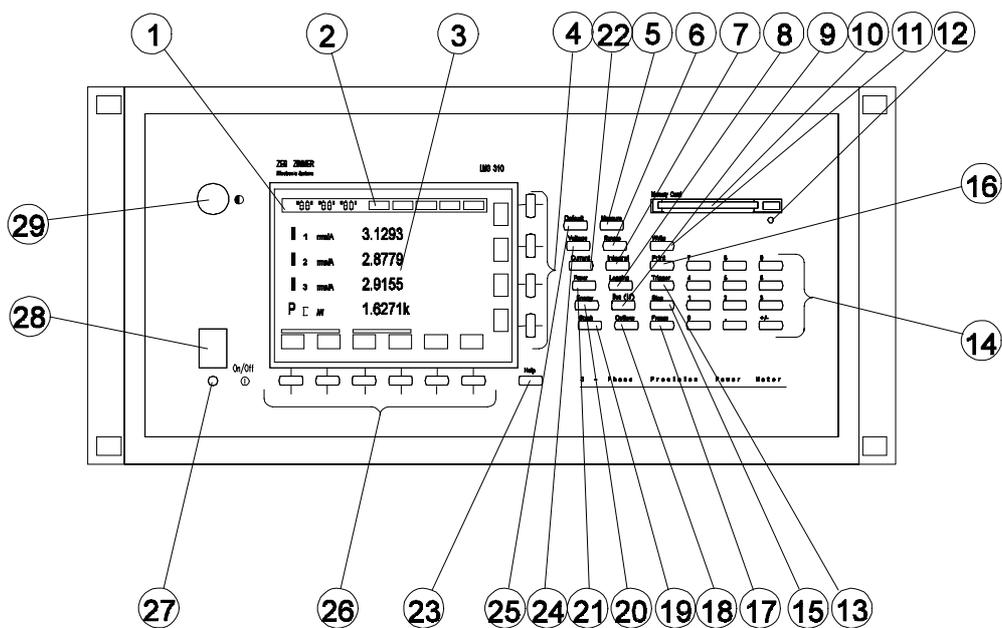
Welcher der vier Modi aktiv ist, wird im Menü *Measuring* global für das gesamte Gerät eingestellt. Abhängig von dieser Einstellung unterscheiden sich auch einige andere Menüs (siehe die jeweilige Beschreibung).

3 Bedienelemente

3.1 Frontseite



LMG310 mit Monitor, 83TE breit

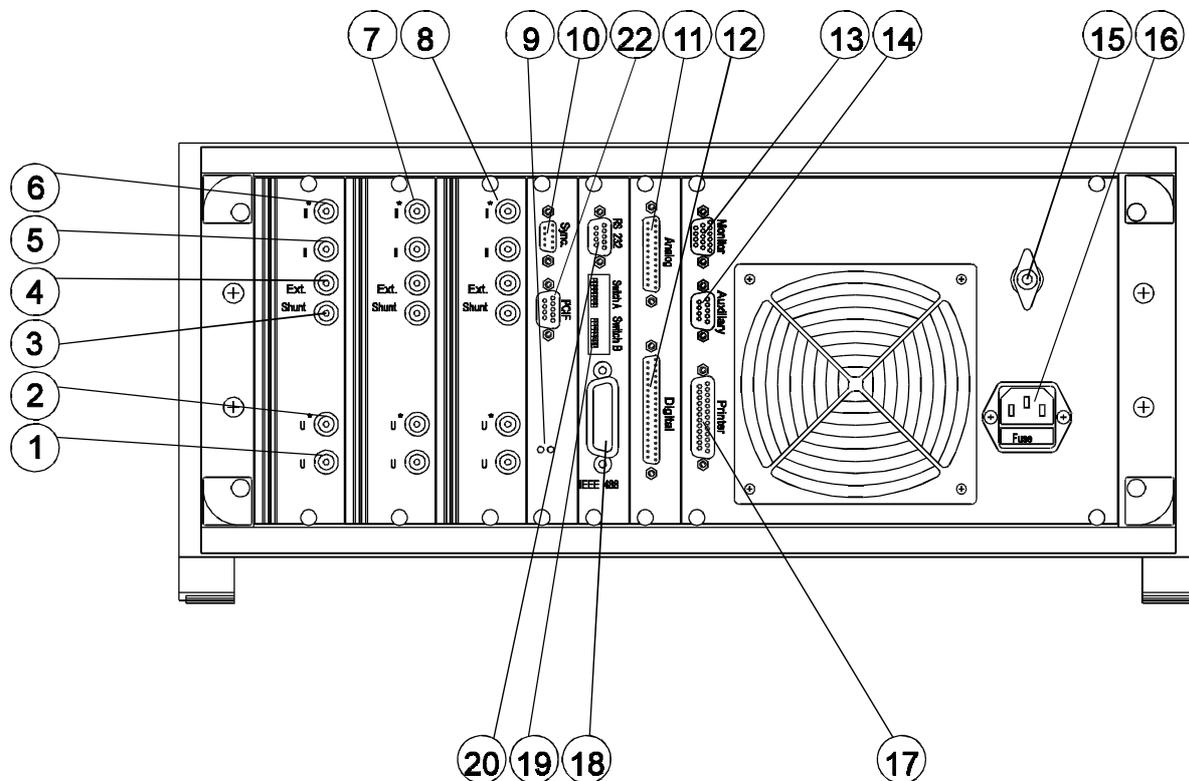


LMG310 mit TFT-Display, 64TE breit

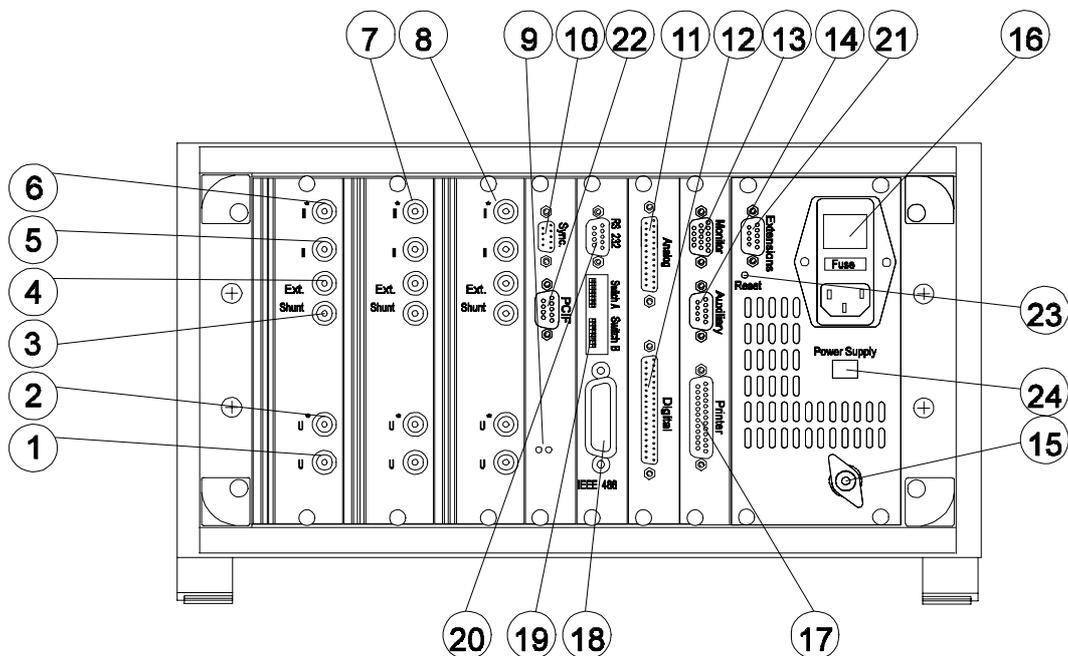
1	Statuszeile "Aussteuerung"	Anzeige für Über- und Untersteuerung sowie Filterung für jeden Kanal
2	Statuszeile "Meßstatus"	Allgemeine Angaben zur laufenden Messung wie Zykluszeit oder Synchronisationsquelle
3	Display	VGA-Auflösung 640x480 Pixel, 16 Farben
4	vertikale Softkey-Tasten	Entsprechen den im Bildschirm eingeblendeten Funktionen
5	<i>Measuring</i>	Einstellen von Meßparametern wie Filtern, Synchronisation etc.
6	<i>Ranges</i>	Meßbereichswahl der einzelnen Kanäle sowie Einstellung der Skalierungsfaktoren
7	<i>Integral</i>	Einstellen von Parametern für zeitabhängige Messungen
8	<i>Logging</i>	Einstellung der Drucker- und Memory-Card-Parameter
9	<i>Bus (If)</i>	Einstellen der Schnittstellenparameter
10	Memory-Card	Schacht für Speicherkarte nach PCMCIA-Standard
11	<i>Write Card</i>	Startet/Stoppt den Schreibvorgang auf die Memory-Card
12	Leuchtdiode grün	Zeigt den Zugriff auf die Memory-Card an
13	<i>Trigger</i>	Startet zeitabhängige Messungen bzw. löst einen Meßzyklus aus. Im Transientenmodus wird ein Ereignis ausgelöst.
14	Zehnerblocktastatur	Für numerische Eingaben sowie die direkte Anwahl der benutzerdefinierten Menüs
15	<i>Stop</i>	Beendet zeitabhängige Messungen und Messungen im Transientenmodus.
16	<i>Print</i>	Gibt den Bildschirminhalt auf einem externen Drucker aus

17	<i>Freeze</i>	Die Bildschirmanzeige sowie die Integralmessung wird eingefroren bzw. wieder freigegeben
18	<i>Options</i>	Konfiguration der Prozeßsignal-Schnittstelle, sowie weiterer Sonderfunktionen
19	<i>Graph</i>	Graphische Darstellungen aufrufen (Scope-/Plotfunktion, Frequenzspektrum)
20	<i>Energy</i>	Anzeige der verschiedenen Energien sowie sonstiger zeitabhängiger Größen
21	<i>Power</i>	Anzeige der verschiedenen Leistungsmeßwerte sowie der daraus abgeleiteten Größen
22	<i>Current</i>	Anzeige der verschiedenen Strommeßwerte sowie der daraus abgeleiteten Größen
23	<i>Help</i>	Zeigt Hilfen zum aktuell eingestellten Menü an
24	<i>Voltage</i>	Anzeige der verschiedenen Spannungsmeßwerte sowie der daraus abgeleiteten Größen
25	<i>Default</i>	Grundeinstellung der Anzeige mit den wichtigsten Meßwerten
26	horizontale Softkey-Tasten	Entsprechen den im Bildschirm eingeblendeten Funktionen
27	Netzkontrolleuchte grün	
28	Netzschalter	siehe Punkt 16 der Rückseite
29	Kontrastregler	Durch Druck versenkbar
30	Helligkeitsregler	Durch Druck versenkbar (nicht bei TFT-Display)

3.2 Rückseite



LMG310 mit Monitor, 83TE breit



LMG310 mit TFT-Display, 64TE breit

	Chn 1:	Strom-/Spannungseingänge Kanal 1
1	U	Spannungseingang (Low), 4mm Sicherheitsbuchse, grau
2	U*	Spannungseingang (High), 4mm Sicherheitsbuchse, violett
3	Ext. Shunt	Signaleingang (Low) für externen Shunt, 4mm Sicherheitsbuchse, schwarz
4	Ext. Shunt	Signaleingang (High) für externen Shunt, 4mm Sicherheitsbuchse, farbig
5	I	Stromeingang (Low), 4mm Sicherheitsbuchse, grau
6	I*	Stromeingang (High), 4mm Sicherheitsbuchse, violett



Achtung! Folgende Grenzwerte nicht überschreiten!

I*, I: maximal 35 A (kurzzeitig 45A),
maximal 1500V Betriebsspannung
gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse

Ext. Shunt: maximal 1V Signalspannung, maximal
1500V Betriebsspannung gegen
Schutzleiter bzw. Gehäuse

I*, I und Ext. Shunt sind **nicht** potentialgetrennt!

U*,U: maximal 1500V (kurzzeitig 2kV)
zwischen U und U*; U, U* mit
maximal 1500V Betriebsspannung
gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse



**Achtung! Es dürfen nur
berührungssichere Anschlußkabel
verwendet werden (vom
Gerätehersteller lieferbar).**

7	Chn2	Strom-/Spannungseingang Kanal 2
8	Chn3	Strom-/Spannungseingang Kanal 3

9	2 Leuchtdioden	Blinken wechselweise zur Anzeige interner Funktionen
10	Sync.	Mittels Optokopplern potentialgetrennte Ein- und Ausgänge für die externe Steuerung zeitabhängiger Messungen, Kontrolle des Meßzyklus, Synchronisationsquellen, Anzeige der laufenden Integration sowie Anzeige der aktiven Abtastzeit. 9-poliger SUB-D Stecker
11	Analoge I/O	8 Analogausgänge mit freier Zuordnung der Meßwerte und 4 Analogeingänge mit jeweils unabhängiger Skalierung, 25-polige SUB-D Buchse
12	Digital I/O	16 Digitalausgänge, programmierbar als Alarmausgänge bei Min./Max.- Grenzwertüberschreitung, 6 Digitaleingänge, 2 Frequenzzähler 37-poliger SUB-D Buchse
13	Monitor	Zum Anschluß eines externen Großmonitors, 15-polige HD-Buchse
14	Auxiliary	Anschluß für Service-Geräte, 9-polige SUB-D Buchse
15	PE	Anschluß für zusätzliche Erdung, Polklemme grün-gelb, Bolzen 6mm
16	Netz	Kaltgerätestecker mit kombiniertem Sicherungshalter für Feinsicherungen. Netzspannung (laut Typenschild): - 230V±15%, 45...400Hz, 120VA Feinsicherung T3,15/250 5x20mm DIN41662 - 115V±15%, 45...400Hz, 120VA Feinsicherung T5,00/250 5x20mm DIN41662 Bei dem 63TE Gerät ist dort ein zusätzlicher Schalter installiert. Dieser Schalter kann werkseitig so konfiguriert werden, daß er statt des frontseitigen Netzschalters arbeitet. Normalerweise ist dieser Schalter ohne Funktion.

17	Printer	Centronics-kompatible Schnittstelle für Druckeranschluß, 25-polige SUB-D Buchse
18	IEEE 488	Parallele Schnittstelle, 24-polige Micro-Ribbon Buchse
19	DIP-Schalter	Diese Schalter dienen zur externen Einstellung der Interface-Parameter.
20	RS 232	Serielle Schnittstelle, 9-polige SUB-D Buchse
21	Extension	Anschluß für Service-Geräte, 9-polige SUB-D Buchse. Dieser Anschluß ist nicht bei allen Geräten vorhanden.
22	PCIF	Schnelle RS232 Schnittstelle für die Übertragung von Abtastwerten. SUB-D Buchse, 9-polig
23	RESET	Setzt die Signalprozessorplatine zurück.
24	Power Supply	Spannungswahlschalter für 230V/115V

3.3 Anzeige

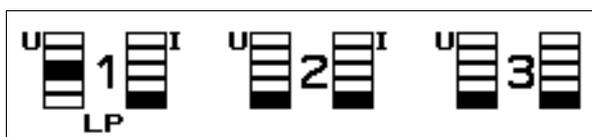
Die Anzeige des LMG310 besteht aus einem 9" Farb- oder Monochrom-Bildschirm, über den alle Rückmeldungen des Meßgerätes angezeigt werden. Die Anzeigenfläche ist in drei Bereiche unterteilt:

- Am unteren und rechten Bildschirmrand werden immer 10 kleine Anzeigenfelder eingeblendet, die in Kombination mit den zugeordneten Drucktasten die **Softkeys** bilden. Die Funktion dieser Tasten hängt von dem Text in diesen Kästchen ab. Je nach eingestelltem Menü ändert sich die Funktion der Tasten. Manche Softkeys arbeiten als Auswahlschalter, d.h. nach dem Drücken bleibt das entsprechende Kästchen blau unterlegt. Diese Bedeutung ist wichtig bei grundlegenden Einstellungen, wie z.B. der Kanalwahl im Menü *Range*. Das Konzept der Softkeys bietet dem Anwender die Möglichkeit, jederzeit nur diejenigen Tasten drücken zu können, die sinnvoll sind. Eine umständliche und unübersichtliche Mehrfachbelegung der Tasten entfällt.
- Am oberen Bildschirmrand befindet sich eine Statuszeile, die im linken Teil eine Aussteuerungsanzeige der Meßkanäle enthält. Auf der rechten Seite werden spezielle Informationen zum Meßstatus wie z.B. Synchronisationsart und Quelle dargestellt.
- Die restliche Anzeigenfläche ist für die Darstellung von Meßwerten, die Einstellung von Parametern, die Anzeige von Oberwellen sowie die Darstellung von Meßkurven reserviert.

Helligkeit und Kontrast werden mit zwei Reglern eingestellt, die sich links neben dem Bildschirm befinden. Durch Drücken auf die Knöpfe werden diese ausgerastet, so daß man bequem die Einstellungen vornehmen kann. Anschließend können die Knöpfe wieder versenkt werden, damit sich die Einstellungen nicht versehentlich verändern.

3.3.1 Statuszeile

Die Statuszeile des LMG310 ist in zwei Bereiche aufgeteilt. Im linken Teil wird für jeden Strom- bzw. Spannungskanal die Aussteuerung durch eine Balkenanzeige mit 5 Segmenten dargestellt. Das die Aussteuerung anzeigende Balkenelement wandert mit wechselnden Farben bei steigenden Meßwerten von unten nach oben. In nachfolgender Tabelle, Spalte 1, sind alle möglichen Anzeigen des Balkens wiedergegeben. In der zweiten Spalte befindet sich die zugehörige prozentuale Aussteuerung. Diese wird gebildet als Quotient von maximalem Spitzenwert pro Meßzyklus und zulässigem Spitzenwert des Meßbereiches. Die dritte Spalte gibt die entsprechenden Prozentanteile vom Effektivwert für ein sinusförmiges Signal an.



Farbe des Balkensegmentes	$\frac{pk}{pk_{zul}} * 100$	$\frac{trms}{trms_{Me\beta bereich}} * 100$
rot	100% -	141% -
gelb	89% - 100%	126% - 141%
gelb/grün	82% - 89%	116% - 126%
grün	17% - 82%	24% - 116%
grün/gelb	10% - 17%	14% - 24%
gelb	4% - 10%	5% - 14%
rot	0% - 4%	0% - 5%

Wenn die obere und die untere rote LED gleichzeitig leuchten, ist keine Darstellung der Aussteuerung möglich (z.B. befindet man sich im Transientenmodus. Dort kann, bedingt durch das Meßverfahren, keine Aussteuerungsanzeige angezeigt werden). Wenn keine LED leuchtet, ist der Meßkanal nicht vorhanden (z.B. bei 1phasiger oder 2phasiger Ausführung).

Unterhalb der sechs Aussteuerungssäulen können noch Buchstaben erscheinen. Diese zeigen grundlegende Einstellungen der Meßkanäle an. Vor jeder Messung sollte geprüft werden, ob die dort stehende Kombination der Meßanforderung genügt, da z.B. eine eingestellte Filteroption einer vorangegangenen Messung auch nach dem Ausschalten des Meßgerätes gespeichert bleibt.

>leer<	Vom angelegten Signal wird der echte Effektivwert ermittelt (Gleich- und Wechselanteile). Es sind keine Filter eingeschaltet.
LP	Bei diesem Kanal ist ein Tiefpaß-Filter zugeschaltet (im Menü Measuring)

Die 5 Fensteranzeigen im rechten Teil der Statuszeile:

Cycle	Measure	Integr1	Mode	Status
500ms 	RUNNING 01 / 1	OFF	NORMAL SYNC U1	ACTIVE

Cycle: In diesem Fenster wird im oberen Teil die Zeit für einen Meßzyklus dargestellt. Diese wird immer in Millisekunden angegeben. Im unteren Teil läuft ein grüner Balken von links nach rechts. Dieser zeigt die bereits vergangene Zeit pro Meßzyklus an.

Im Transientenmodus wechselt der grüne Balken seine Funktion:

Ein nicht vorhandener Balken zeigt den RESET-Status an. Während der Ereignissuche blinkt der Balken. Während der Datenaufzeichnung läuft der Balken von links nach rechts. Der STOP-Status wird durch den vollen, stehenden Balken angezeigt (siehe Measure).

Im Flickermodus zeigt ein stehender grüner Balken an, daß die Flickermessung angehalten ist. Ein von links nach rechts laufender Balken zeigt das Einschwingen der Filter an, ein blinkender Balken zeigt eine laufende Messung an.

Measure: Normaler und harmonischer Modus
Gibt Auskunft über den Zustand einer Messung. In der oberen Zeile sind drei Anzeigen möglich:

RESET: Dies erscheint, wenn ein Meßzyklus durch Drücken der Taste Trigger oder ein Signal an dem externen Triggereingang (TRIG_IN) angehalten und zurückgesetzt wird.

WAIT: Erscheint, wenn die Anzahl der Meßzyklen, über die gemittelt werden soll noch nicht erreicht ist.

RUNNING: Wird angezeigt, während ein Meßzyklus läuft

STOP: erscheint im SINGLE-Betrieb, wenn die für eine Meßreihe benötigten Meßzyklen durchgeführt sind.

In der unteren Zeile zeigt die Zahl vor dem Querstrich an, über wieviele Meßzyklen zur Zeit gemittelt wird. Die Zahl hinter dem Querstrich gibt die Anzahl der eingestellten Mittelungen (Average) an.

Transientenmodus:

- Reset:** Die Transientenmessung ist inaktiv.
Search: Die Transientenmessung wurde aktiviert und sucht nach dem Ereignis.
Record: Das Ereignis wurde gefunden und die Datenaufzeichnung ist aktiv.
Stop: Die Aufnahme der Daten ist beendet.

Flickermodus:

- STOP:** Die Flickermessung ist angehalten
WAIT: Die Filter schwingen ein
RUNNING: Die Flickermessung ist aktiv.

Integral: In diesem Fenster wird in der oberen Zeile der Modus der Integralmessung angezeigt:

- OFF:** Die Integralmessung ist nicht aktiviert.
Contin.: Die Integralmessung ist im 'continue' Modus
Interval: Die Integralmessung ist im 'time Interval' Modus
Endtime: Die Integralmessung ist im 'until endtime' Modus
Period.: Die Integralmessung ist im 'periodic interval' Modus

Die genaue Beschreibung dieser Modi befindet sich im Kapitel 6, Menü Integral.

In der unteren Zeile dieses Fensters wird der aktuelle Status der Integration angezeigt:

- STOP:** Die Integralmessung ist angehalten
RESET: Die Integralmessung ist angehalten, alle Integrationswerte sind auf Null gesetzt worden.
WAIT: Die Integralmessung ist angehalten und wartet auf den Start durch die eingestellte Startzeit.
RUN: Integralmessung läuft.
Overflow: Die Integralmessung wurde durch einen Zeitüberlauf gestoppt (3 100 Tage)

PER.END: Die Integralmessung ist beendet. Diese Meldung erscheint nur im 'periodic interval' Modus für die Dauer von einen Meßzyklus.

Mode: Hier werden die drei Grundzustände des LMG310 angezeigt:

NORMAL: Das Meßgerät ist im Meßmodus und die Meßwerte werden unmittelbar angezeigt. In diesem Modus wird in der unteren Zeile die Art und die Quelle der Synchronisation angezeigt:

LINE: Es wird auf die Netzfrequenz getriggert.

SYNC: Es wird auf die Quelle getriggert, die hinter SYNC steht, d.h. U1 - U3, I1 - I3 oder Extern

ASync: Die eingestellte Synchronisationsquelle kann nicht gefunden werden und es wird freilaufend, intern getriggert (**dies kann zu Meßfehlern führen, da nicht mehr über ganzzahlige Vielfache der Periodendauer gemessen wird!**).

HARMON: Das LMG310 bestimmt den Oberschwingungsgehalt der Meßsignale.

TRANS: Das LMG310 führt eine Transientenmessung durch.

FLICKER: Das LMG310 führt eine Flickermessung durch.

Status: In der oberen Zeile wird der Status des Bildschirms angezeigt:

ACTIVE: Der Bildschirm wird nach jedem Meßzyklus aktualisiert.

FREEZE: Der Anwender hat durch Drücken der Taste FREEZE die Möglichkeit, eine Aktualisierung des Displays und der Interfacedaten zu unterdrücken. Es werden keine Messungen vorgenommen.

In der unteren Zeile werden Statusmeldungen der Schnittstelle ausgegeben:

REMOTE: Zeigt an, daß das Gerät gerade über die Schnittstelle ferngesteuert wird. In diesem Fall sind die Softkeys sowie die Tasten TRIGGER und STOP nicht bedienbar.

Unter den Fenstern Modus und Status kann noch die folgende Zeile erscheinen:

DEV:___ INT:_____ MEN:_____

Diese Zeile zeigt an, auf welches Gerät (DEVICE) protokolliert wird (Drucker = PRN, Speicherkarte = MCM), in welchen Abständen (INTERVAL) dies geschieht und welches Menü dabei ausgegeben wird. Bei den Intervallen erscheint entweder die Restzeit bis zur nächsten Ausgabe oder die Meldung CYCLE bzw. INTGRL, je nachdem was im Menü *Logging* eingestellt wurde.

4 Inbetriebnahme

4.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes

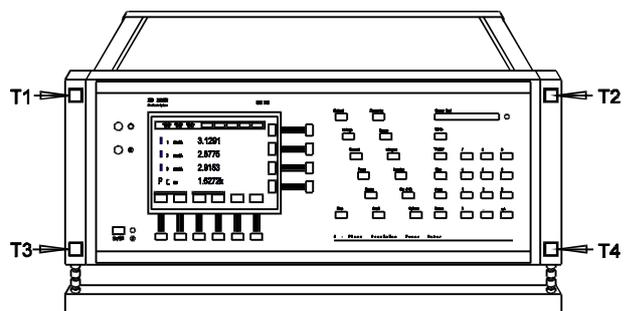
Beim Auspacken muß das Gerät auf eventuelle Beschädigungen überprüft werden. Sollten Transportschäden entstanden sein, müssen diese sofort beim Zusteller gemeldet werden. Ist mit den Schäden ein gefahrloser Betrieb des Gerätes nicht möglich, darf es nicht in Betrieb genommen werden.

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 3-Phasen-Präzisionsmeßgerät LMG310
- 1 Benutzerhandbuch
- 12 Sicherheitslaborkabel, grau/violett, 2.5mm², 1m
- 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 waagrecht oder mit Hilfe des Aufstellbügels schräg stehend betrieben werden.

Durch Drücken der Tasten T3, T4 kann der kombinierte Aufstell- und Tragegriff des Meßgerätes in Stufen verlängert werden. Dies ermöglicht eine gekippte Stellung des LMG310. Zum Tragen kann der Griff um 90° nach vorne gedreht werden. Dazu muß er durch Hochdrücken der Tasten T1, T2 entriegelt werden.



Nach allen Veränderungen ist darauf zu achten, daß die Arretierungen wieder ordnungsgemäß einrasten!

4.2 Anschließen des Gerätes an ein Meßobjekt

Das Gerät entspricht der Schutzklasse I (Schutzerdung) und darf mit dem mitgelieferten Netzanschlußkabel nur an eine Schutzkontaktsteckdose angeschlossen werden. Das Gehäuse muß immer geerdet sein, gegebenenfalls ist die Schutzerdung zu überprüfen. Die nachstehend aufgeführten Punkte sind zu beachten!



Warnung: Das Gerät muß über den zusätzlichen Erdungsanschluß, Polklemme schwarz, 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.



Achtung: Bei ausgeschaltetem Meßgerät können bis zu 1500V bzw. 10A angelegt werden. Dabei sind jedoch die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen zu beachten (Erdung muß gewährleistet sein, ...)!



Achtung:
Folgende Grenzwerte nicht überschreiten:

I*, I: maximal 35 A (kurzzeitig 45A), maximal 1500V Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse

Ext. Shunt: maximal 1V Signalspannung, maximal 1500V Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse

I*, I und Ext. Shunts sind **nicht** potentialgetrennt!

U*,U: maximal 1500V (kurzzeitig 2000V) zwischen U und U*; U, U* maximal 1500V
Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse



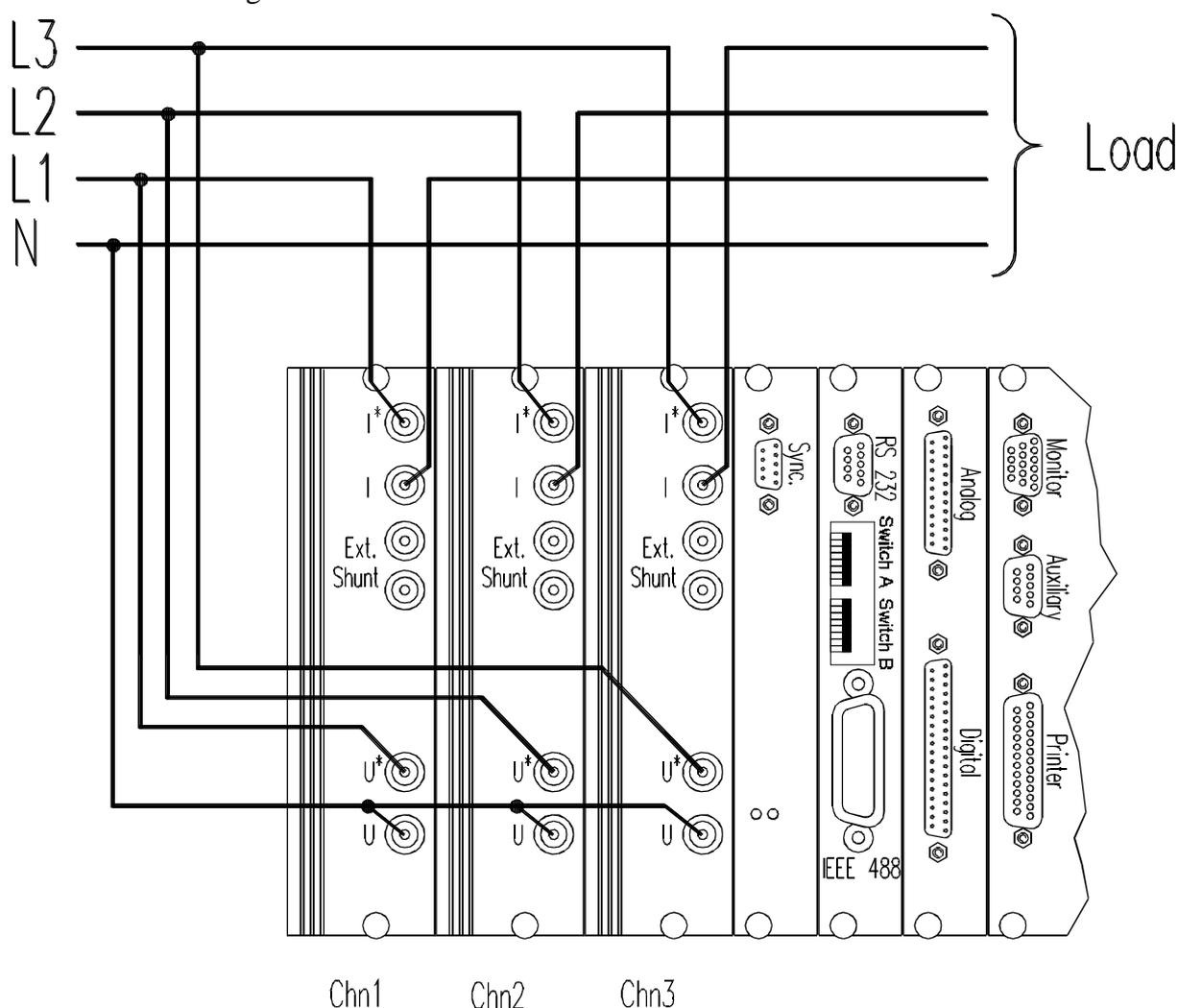
**Achtung! Es dürfen nur berührungssichere Anschlußkabel mit
ausreichendem Querschnitt verwendet werden (vom
Gerätehersteller lieferbar).**

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 Signales sollte in die Buchsen U* und I* eingespeist werden. Bei Gleichspannungen bzw.
Strömen sind die mit Stern gekennzeichneten Buchsen die positiven Anschlüsse.

4.2.1 Meßschaltung 3-phasig, 4-Draht (3Ø 4w)

Wiring: '1+2+3' bzw. 'U_A, I_A' bei Option 'Stern-Dreieck-Umrichtung'

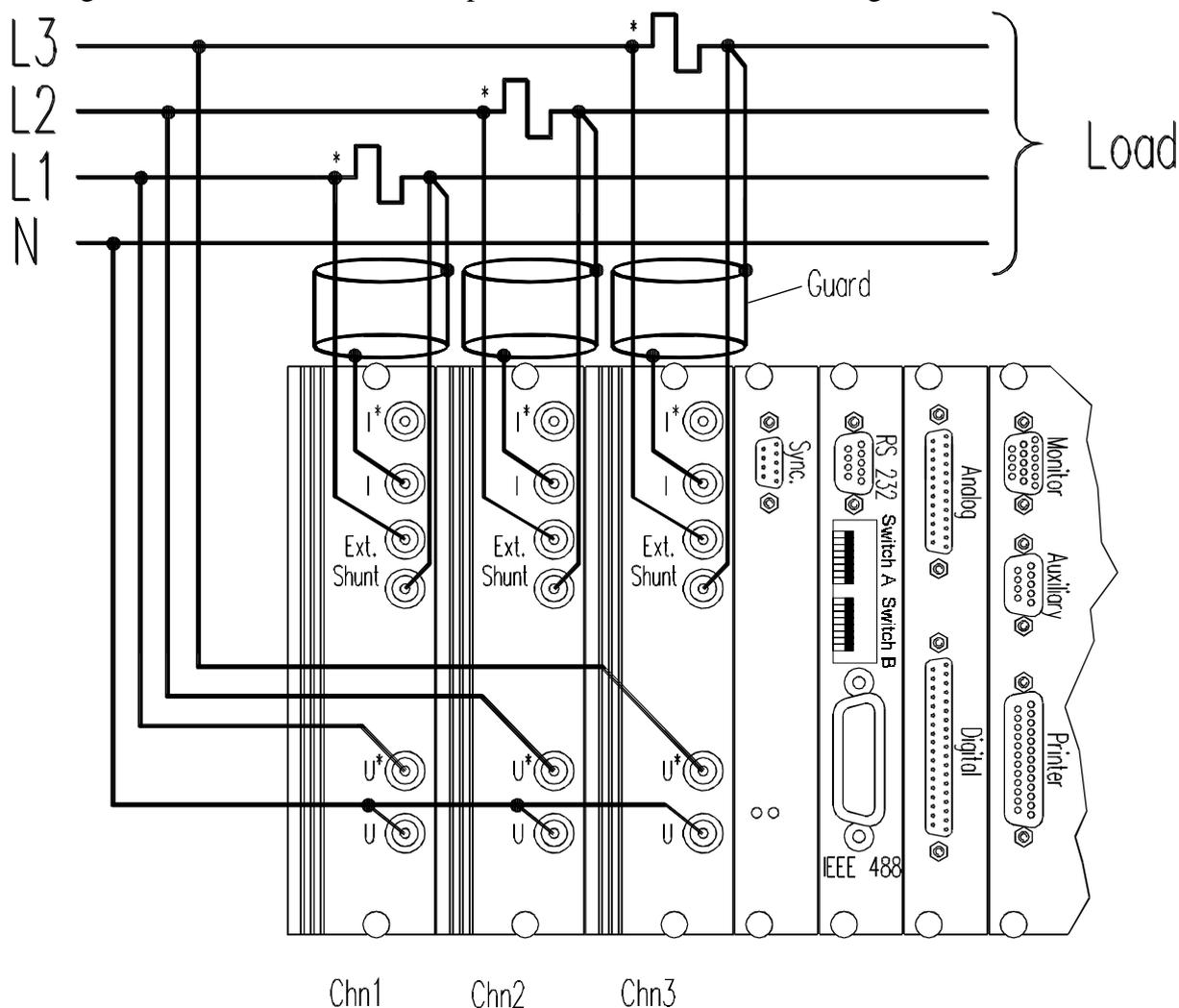
Bei dieser Schaltungsart wird der Stromeingang in den Phasenleiter eingeschleift. Der Stromeingang ist dadurch mit einem Gleichtaktsignal beaufschlagt. Die gute Gleichtaktunterdrückung (Common Mode Rejection, CMR) des LMG 310 ermöglicht störfreie Messungen über den gesamten Frequenzbereich auch bei hochfrequenten Umrichteranordnungen.



Für obige Anordnung muß im Menü *Measuring* unter **Wiring** die Schaltungsart '1+2+3' bzw. 'U_A, I_A' bei Option 'Stern-Dreieck-Umrichtung' gewählt werden. Dadurch werden bei den Messungen automatisch die richtigen Summen- bzw. Durchschnittswerte angezeigt.

4.2.2 Meßschaltung 3-phasig, 4-Draht mit externen Shunts (3Ø 4w)

Wiring: '1+2+3' bzw. 'U Δ , I Δ ' bei Option 'Stern-Dreieck-Umrechnung'

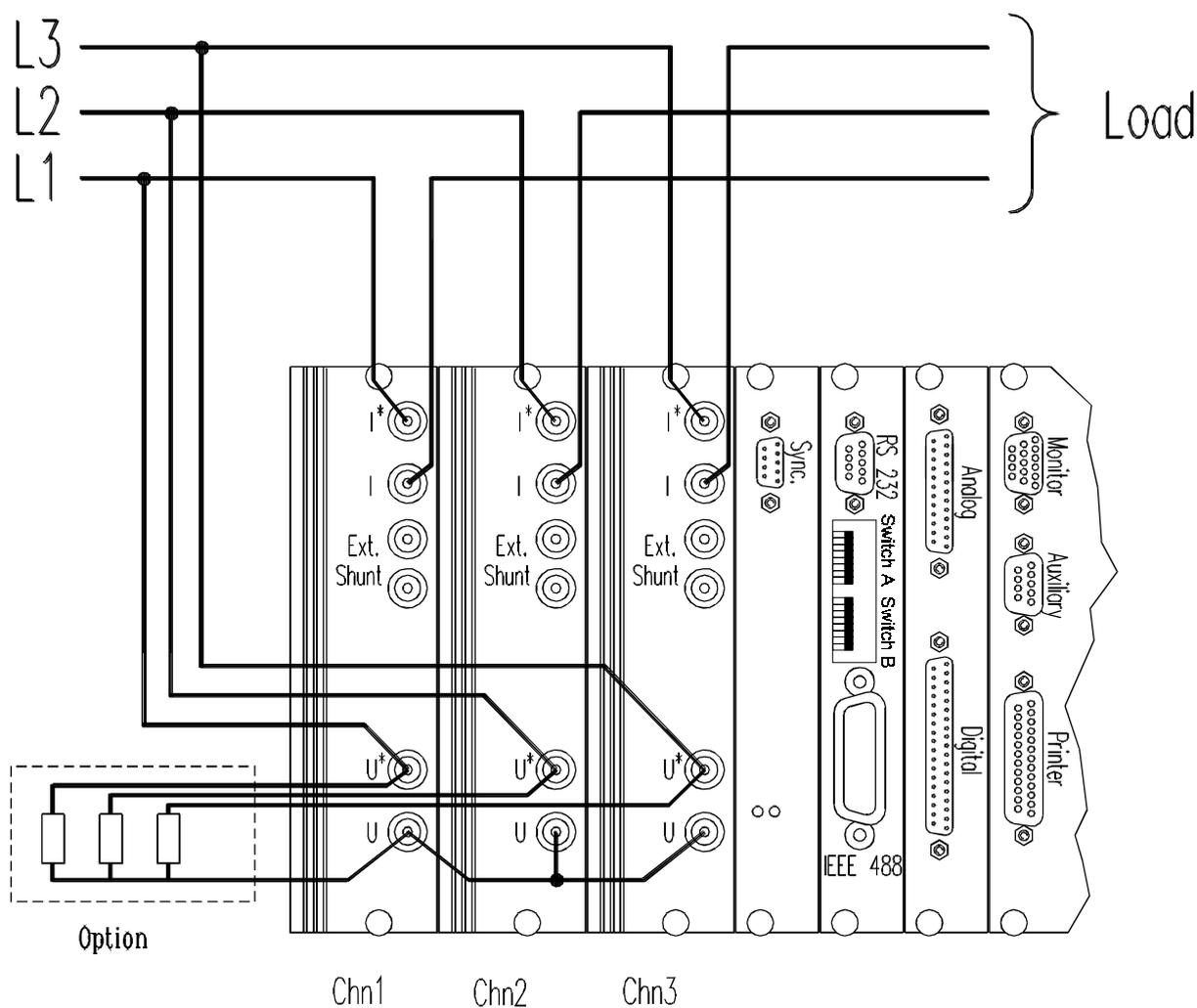


Bei dieser Meßschaltung sind die gleichen Einstellungen vorzunehmen, wie bei Benutzung der internen Shunts im letzten Kapitel. Bei Benutzung von externen Shunts ist es wichtig, daß neben dem Koaxialkabel auch die Guard-Leitung an der I-Buchse angeschlossen wird. Werden Shunts von Fremdfirmen eingesetzt, kann ein geeigneter Kabelsatz über die Firma ZES bezogen werden. Sollte auch auf diesen Kabelsatz verzichtet werden, ist ein Anschluß gemäß obiger Schaltung nötig (Guard muß an der I-Buchse und am Shunt angeschlossen sein). Dabei sind aber unbedingt sicherheitstechnisch einwandfreie Steckverbinder zu benutzen. Die Buchsen I*, I und Ext. Shunts sind **nicht** potentialgetrennt! An dieser Stelle sei auf mögliche Probleme mit Shunts von Fremdanbietern bezüglich der Meßgenauigkeit hingewiesen.

4.2.3 Meßschaltung 3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Sternschaltung mit Mittelpunktnachbildung (3Ø 3w 3m)

Wiring: '1+2+3' bzw. 'U Δ , I Δ ' bei Option 'Stern-Dreieck-Umrechnung'

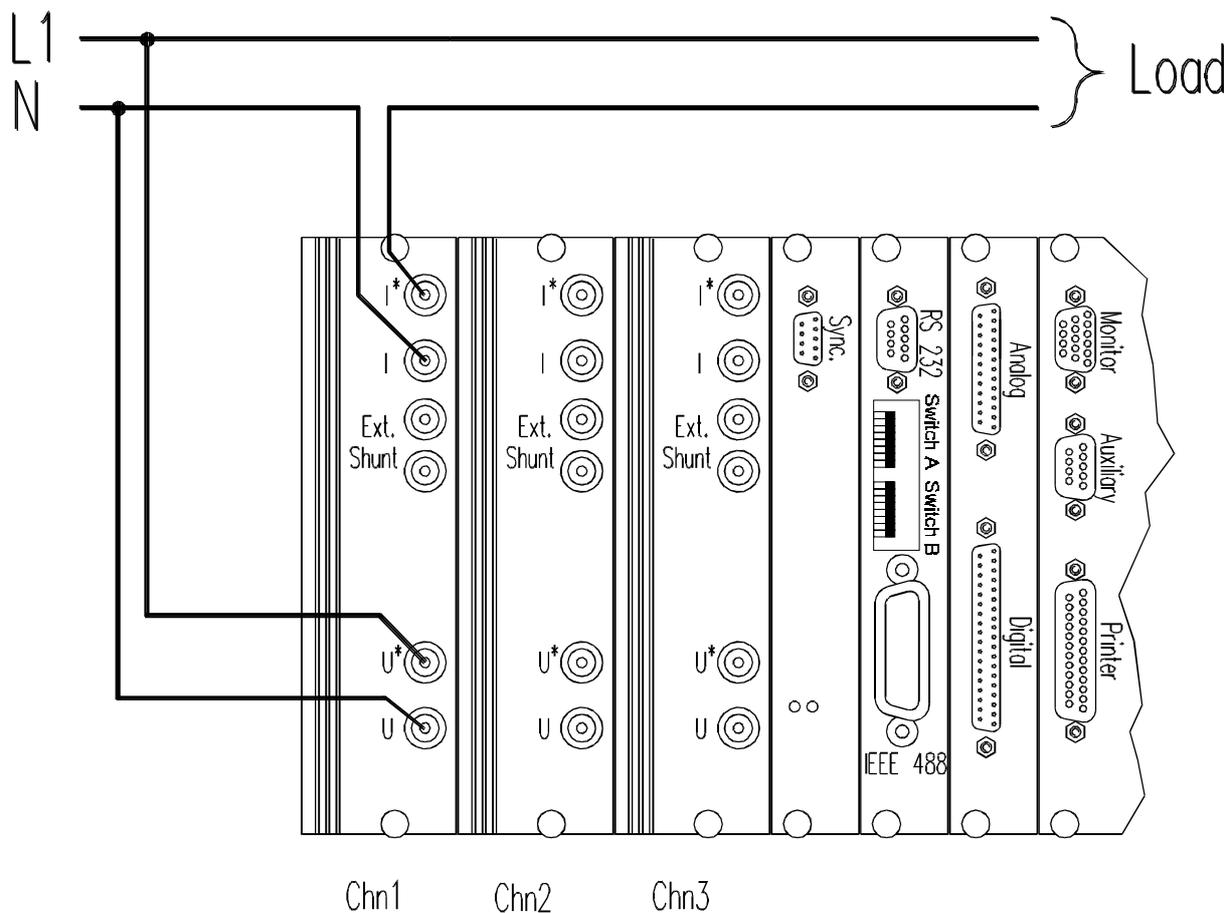
Wenn mit dieser Anordnung gemessen werden soll, muß im Menü *Measuring* unter dem Punkt Wiring die Schaltungsart '1+2+3' bzw. 'U Δ , I Δ ' bei Option 'Stern-Dreieck-Umrechnung' gewählt werden. Dadurch werden bei den Messungen automatisch die richtigen Summen- bzw. Durchschnittswerte angezeigt. Je nach Aufbau des zu untersuchenden Netzes, insbesondere bei Speisung aus Frequenzumrichtern, kann es erforderlich sein, einen künstlichen Mittelpunkt zu bilden, welcher als Zubehör (Option) erhältlich ist, und einfach zwischen die Buchsen der Spannungskanäle und die Meßleitungen gesteckt wird (siehe Abb.).



4.2.4 Meßschaltung 1-phasig, 2-Draht (1Ø 2w)

Wiring: '1+2+3'

Analog zu 4.2.1. Vorzugsweise sollte der Stromeingang in den Nulleiter eingeschleift werden. Durch diese Schaltungsmaßnahme liegt der Stromeingang auf dem erdnäheren Potential, was ein geringeres Gleichtaktsignal zur Folge hat.



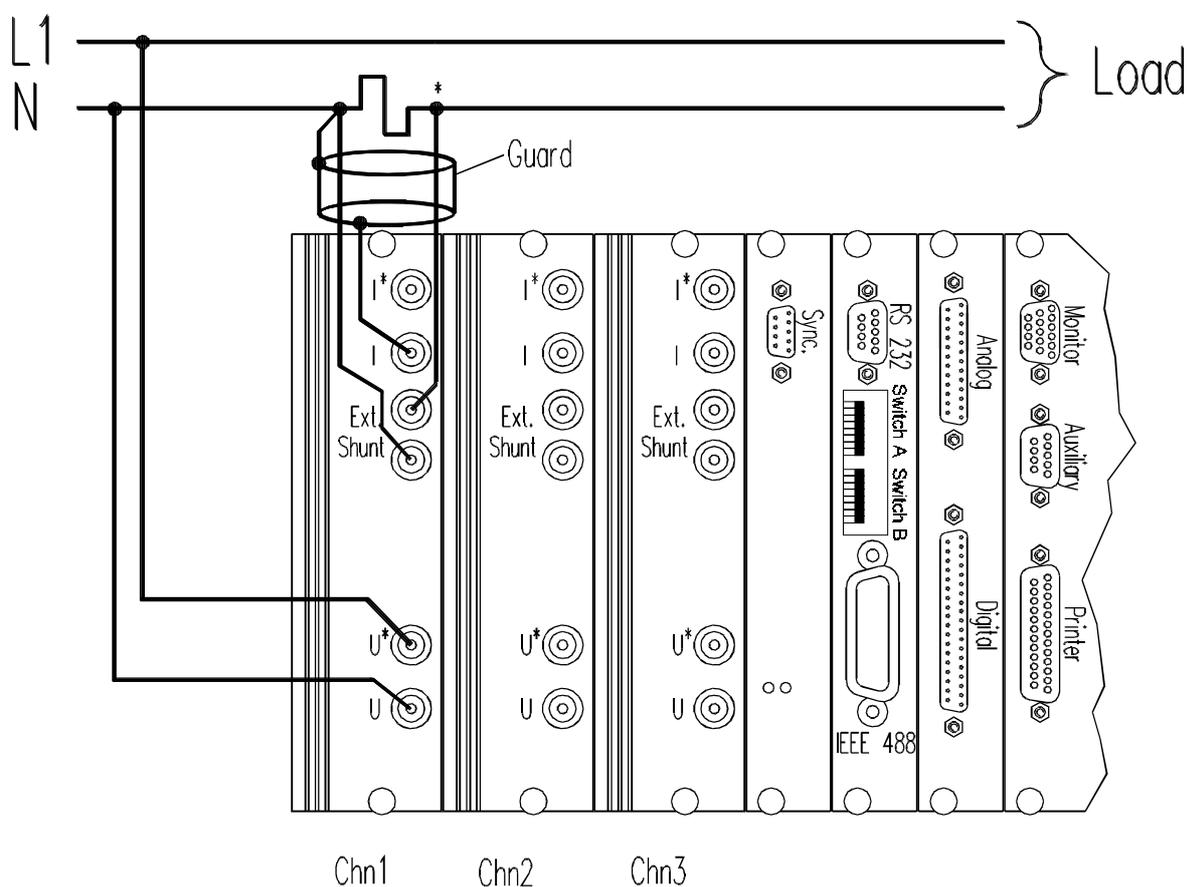
Im Menü *Measuring* ist unter Wiring '1+2+3' einzustellen. Die Leistungen können wie bei einem konventionellen Einphasengerät abgelesen werden.

4.2.5 Meßschaltung 1-phasig, 2-Draht mit externem Shunt (1Ø 2w)

Wiring: '1+2+3'

Der externe Shunt wird wie unter 4.2.2. beschrieben angeschlossen. Vorzugsweise sollte der Shunt zur Verringerung von Gleichtaktstörungen in den Nulleiter eingeschleift werden

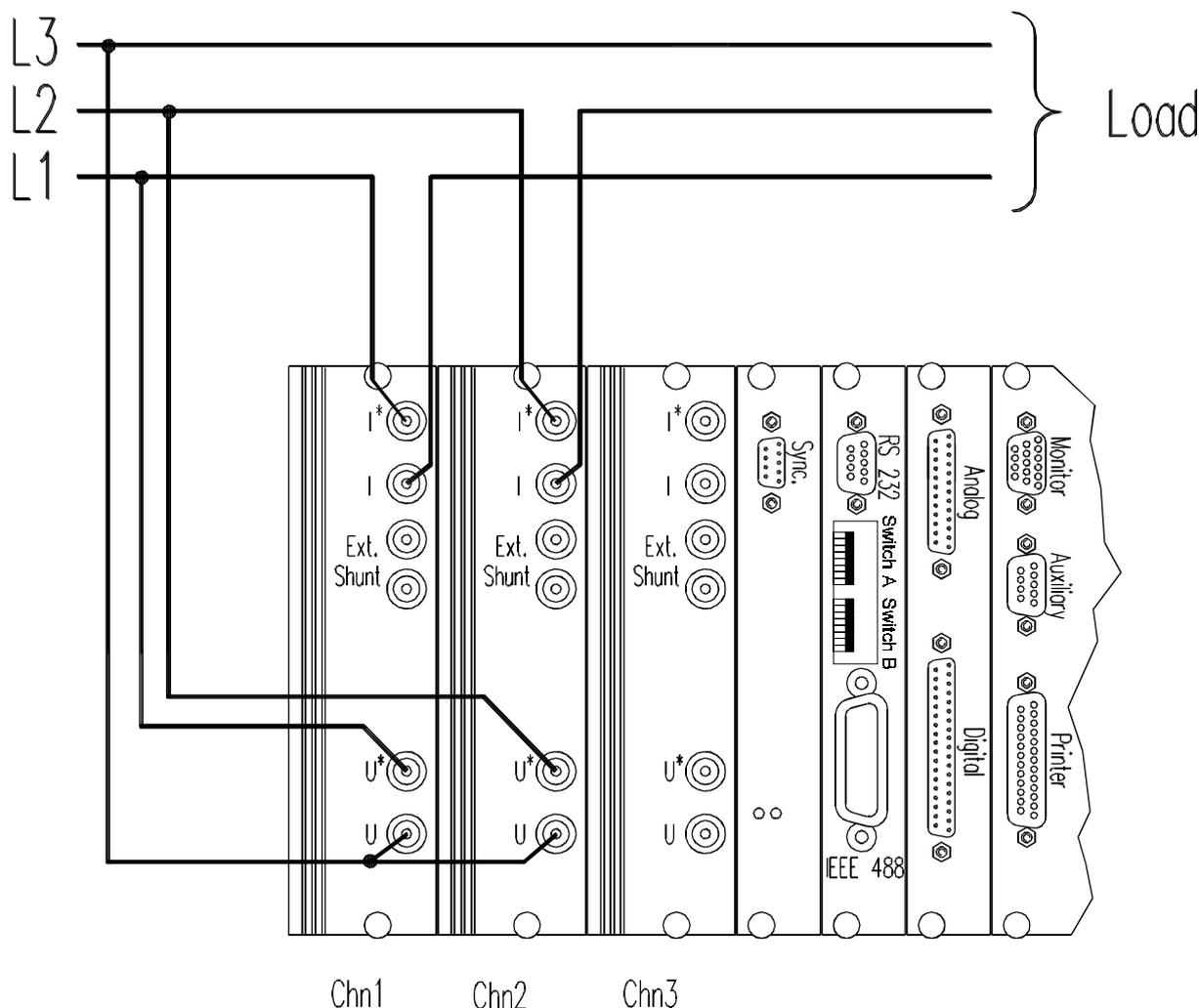
Im Menü *Ranges* müssen die entsprechenden Einstellungen der Shunts vorgenommen werden. Die übrigen Einstellungen entsprechen denen der Messung mit internem Shunt.



Wie bei der Benutzung der internen Shunts sollten auch die externen Shunts im erdnäheren Zweig angeordnet werden.

4.2.6 Meßschaltung 2(3)-phasig, 3-Draht 2-Wattmeter-Methode Aron-Schaltung (2(3)Ø 3w 2m)

Wiring: '1+2;3'

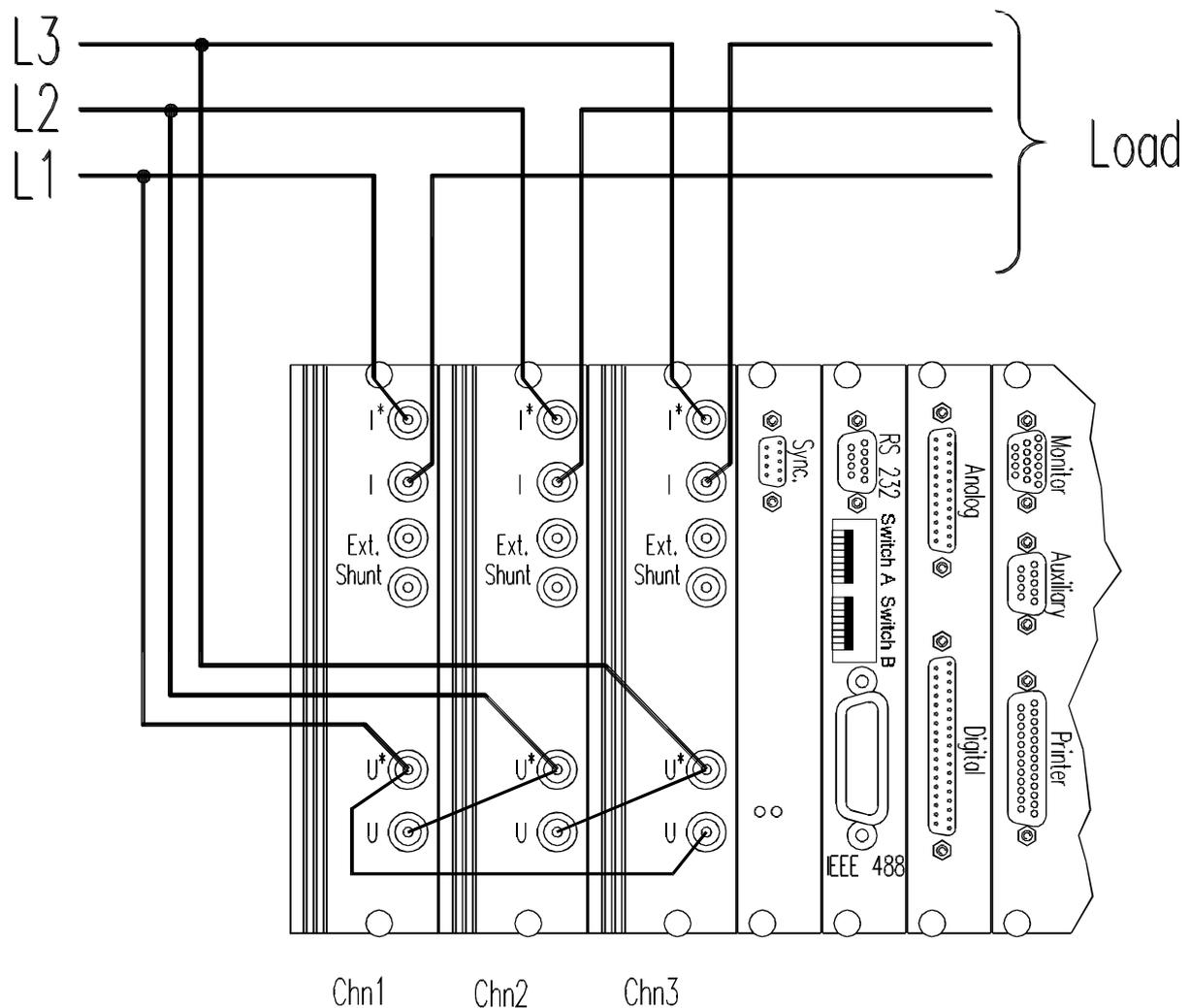


Bei der Aron-Schaltung muß im Menü *Measuring* unter dem Punkt *Wiring* die Schaltungsart '1+2;3' gewählt werden. Dadurch werden bei der Berechnung von Summen- bzw. Durchschnittswerten diese automatisch auf die Kanäle 1 und 2 bezogen. Der dritte Kanal steht für eine unabhängige Messung zur Verfügung. Diese Meßanordnung liefert für 2phasige Systeme korrekte Werte für alle Meßgrößen, bei 3phasigen Systemen ist nur die Wirkleistung richtig, Schein-, Blindleistung und Leistungsfaktor werden nicht richtig berechnet. Der Einsatz externer Shunts ist analog zu der vorherigen Schaltung möglich. Diese Schaltung sollte nicht bei Frequenzumrichtern angewandt werden und liefert in Systemen mit Nulleiter falsche Meßwerte, wenn ein Nulleiterstrom existiert.

4.2.7 Meßschaltung 3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Dreieckschaltung (3Ø 3w 3m)

Wiring: 'UΔ, IΔ'

Wenn mit dieser Anordnung gemessen werden soll, muß im Menü *Measuring* unter dem Punkt Wiring die Schaltungsart 'UΔ, IΔ' gewählt werden. Dadurch werden bei den Messungen automatisch die richtigen Summen- bzw. Durchschnittswerte angezeigt.



5 Meßwerte und Meßwertdarstellung

Mit dem LMG310 sind Messungen von über 1750 verschiedenen Größen möglich.

Im folgenden werden alle benutzten Kenngrößen sowie ihre Berechnung dargestellt (bei der formelmäßigen Definition der Größen wird exemplarisch die Spannung des ersten Kanales benutzt; für andere Größen und Kanäle gilt entsprechendes). Die Ermittlung der Meßwerte gilt für einen Meßzyklus, d.h. bei einer Mittelung (average) von 1. Die Definition der Meßgrößen erfolgt gemäß DIN 40110.

Werte des normalen Meßmodus:

cf: Scheitelfaktor (crest factor)

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

dc: Gleichanteil (direct current)

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

ff: Formfaktor (form factor)

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

max: größter Abtastwert (maximum)

$$U_{max} = \max(u(t))$$

min: kleinster Abtastwert (minimum)

$$U_{min} = \min(u(t))$$

pk: Absoluter Spitzenwert (peak)

$$U_{pk} = \max(|U_{min}|, |U_{max}|)$$

pp: Spitzen-Spitzenwert (peak peak)

$$U_{pp} = U_{max} - U_{min}$$

rect: Gleichrichtwert (rectification)

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

trms: Echt-Effektivwert (true root-mean-square)

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

hrms: Halbwellen-Effektivwert (half wave root mean square)

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

ac: Effektivwert aller Wechselanteile

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

Wirkleistung:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (u(t) * i(t)) dt \quad \begin{array}{l} + = \text{Aufnahme von Wirkleistung} \\ - = \text{Abgabe von Wirkleistung} \end{array}$$

Korrigierte Wirkleistung:

$$P_{corr} = \frac{P}{0.5 + 0.5 * \frac{U_{trms}^2}{(U_{rect} * 1.1107)^2}}$$

Scheinleistung:

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

Gesamt-Blindleistung (diese enthält sowohl die Verschiebungsblindleistung aus gleichfrequenten Strömen und Spannungen, als auch die Verzerrungsblindleistung aus verschiedenfrequenten Strömen und Spannungen):

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

Leistungsfaktor:

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

Hinter dem Zahlenwert des Leistungsfaktors kann noch ein i(=induktiv, Strom nacheilend) oder c(=kapazitiv, Strom voreilend) angezeigt werden. Diese Anzeige erscheint nur, wenn die Phasenlage eindeutig erkennbar ist. Dies ist nicht der Fall, wenn:

- Strom- oder Spannungssignal fehlen
- der Leistungsfaktor sehr nahe bei 1 liegt
- die Signale einen hohen Oberschwingungsgehalt haben. Ein ausreichend geringer Oberschwingungsgehalt ist gegeben, wenn $1.05 < U_{ff} < 1.2$ und $1.05 < I_{ff} < 1.2$

Bei den Widerständen und Leitwerten können zwei zusätzliche Indizes auftreten:

par: Parallelersatzschaltbild

Bei Leitwertgrößen mit dieser Kennung wird davon ausgegangen, daß der gemessene Verbraucher aus einem ohmschen Widerstand mit einem parallel geschalteten Blindwiderstand besteht. Die Leitwerte werden wegen besserer Berechenbarkeit angezeigt.

ser: Serienersatzschaltbild

Bei Widerstandsgrößen mit dieser Kennung wird davon ausgegangen, daß der gemessene Verbraucher aus einem ohmschen Widerstand mit einem in Serie geschalteten Blindwiderstand besteht.

Die angezeigten Widerstandswerte geben nicht die Widerstände innerhalb der Meßschaltung wieder, sondern repräsentieren die Werte einer einfachen Ersatzschaltung, die dem aktuell Betriebspunkt der Schaltung entspricht (so sind im Wirkwiderstandswert bei einer Trafomessung sowohl die Kupfer- als auch die Eisenverluste enthalten!). Bei nichtsinusförmigen Größen darf aus den Anzeigewerten nicht direkt auf den reaktiven Widerstand der Schaltung geschlossen werden.

Scheinwiderstand, Scheinleitwert:

$$Z = \frac{U_{trms}}{I_{trms}}, Y = \frac{I_{trms}}{U_{trms}}$$

Wirkleitwert (Parallelersatzschaltbild):

$$G_{par} = \frac{P}{U_{trms}^2}$$

Blindleitwert (Parallelersatzschaltbild):

$$B_{par} = \frac{Q}{U_{trms}^2}$$

Wirkwiderstand (Serienersatzschaltbild):

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

Blindwiderstand (Seriensatzschaltbild):

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

Für die Zeiten bei der Energiemessung gelten die folgenden Definitionen:

Integrationszeit t:

Dies ist die Zeit, über die die Integration der Leistungen läuft.

On-Time o_{tx} :

Dies ist die Zeit, während der die Wirkleistung $P_x \geq P_{x\ stby}$ (vom Anwender einstellbare Stand-By Leistung) ist. Nur in dieser Zeit werden Werte aufintegriert.

Auslastung (load ratio):

$$L_{Rx} = \frac{o_{tx}}{t}$$

Wirkenergie:

$$E_{Px} = \sum_{z=0}^t \begin{cases} P_{xz} * \Delta z ; & P_{xz} > P_{x\ stby} \\ 0 & \end{cases}$$

Summe der Wirkenergie:

$$E_P = \sum_{n=1}^{2[3]} E_{Pn}$$

Blindenergie:

$$E_{Qx} = \sum_{z=0}^t \begin{cases} Q_{xz} * \Delta z ; & P_{xz} > P_{x\ stby} \\ 0 & \end{cases}$$

Summe der Blindenergie:

$$E_Q = \sum_{n=1}^{2[3]} E_{Qn}$$

Scheinenergie:

$$E_{Sx} = \sqrt{E_{Px}^2 + E_{Qx}^2}$$

Summe der Scheinenergie:

$$E_S = \sqrt{E_P^2 + E_Q^2}$$

Ladung:

$$q_x = \sum_{z=0}^t I_{xdc_z} * \Delta z$$

Mittlere Wirkleistung:

$$P_{mx} = \frac{E_{Px}}{O_{tx}}$$

Mittlere Summe der Wirkleistungen:

$$P_m = \frac{I}{2[3]} \sum_{n=1}^{2[3]} P_{mn}$$

Mittlere Blindleistung:

$$Q_{mx} = \frac{E_{Qx}}{O_{tx}}$$

Mittlere Summe der Blindleistungen:

$$Q_m = \frac{I}{2[3]} \sum_{n=1}^{2[3]} Q_{mn}$$

Mittlere Scheinleistung:

$$S_{mx} = \sqrt{P_{mx}^2 + Q_{mx}^2}$$

Mittlere Summe der Scheinleistungen:

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2}$$

Bedeutung der verwendeten Indizes:

x = Kanalnummer

Δz = Dauer eines Meßzyklus

Bei den verschiedenen Summen ist für den Laufindex n als Ziffer '2[3]' angegeben. Diese Zahl hängt von der eingestellten Meßschaltung (Wiring) ab:

'2' muß eingesetzt werden, wenn als Wiring 1+2;3 gewählt wurde.

'3' muß eingesetzt werden, wenn als Wiring 1+2+3 gewählt wurde.

Werte des harmonischen Modus:

Die Effektivwerte und Phasenwinkel der Harmonischen werden mittels eines Basis-2-FFT Algorithmus berechnet. Dabei werden die ersten 50 (N=49) Harmonischen berechnet. Bei den Effektivwerten ist zu beachten, daß der Gesamteffektivwert im harmonischen Modus nur aus den ersten 50 Harmonischen gebildet wird. Somit kann dieser Effektivwert vom Effektivwert im normalen Modus abweichen, da letzterer über die volle Bandbreite des Gerätes gebildet wird.

Am Beispiel der Spannung soll die Interpretation der gemessenen Werte gezeigt werden (z.B. wenn das Signal regeneriert werden soll):

$$u(t) = U_0 + \sum_{n=1}^{49} U_n * \sqrt{2} * \sin(n * \omega * t - \varphi_n) \quad \text{mit} \quad U_0 \text{ bis } U_{49} = \text{Effektivwert der Harmonischen}$$

$\varphi_1 \text{ bis } \varphi_{49} = \text{Winkel der Harmonischen}$

THD: Klirrfaktor, Oberschwingungsgehalt (total harmonic distortion)

für Strom, Spannung:

$$U, I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N U_n^2}} \quad \text{oder} \quad U, I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=0}^N U_n^2}} \quad \text{oder} \quad U, I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2}}{U_1}$$

für Leistung:

$$|P_{THD}| = \frac{\sum_{n=2}^N P_n}{\sum_{n=1}^N P_n} \quad \text{oder} \quad |P_{THD}| = \frac{\sum_{n=2}^N P_n}{\sum_{n=0}^N P_n} \quad \text{oder} \quad |P_{THD}| = \frac{\sum_{n=2}^N P_n}{P_1}$$

HDF: Teilschwingungsgehalt (harmonic distortion factor)

für Strom, Spannung:

$$H_{U,I} = \frac{U_{\text{Oberschwingung}}}{\sqrt{\sum_{n=1}^N U_n^2}} \quad \text{oder} \quad H_{U,I} = \frac{U_{\text{Oberschwingung}}}{\sqrt{\sum_{n=0}^N U_n^2}} \quad \text{oder} \quad H_{U,I} = \frac{U_{\text{Oberschwingung}}}{U_1}$$

für Leistung:

$$|H_P| = \frac{P_{\text{Oberschwingung}}}{\sum_{n=1}^N P_n} \quad \text{oder} \quad |H_P| = \frac{P_{\text{Oberschwingung}}}{\sum_{n=0}^N P_n} \quad \text{oder} \quad |H_P| = \frac{P_{\text{Oberschwingung}}}{P_1}$$

Hinweis: Die THD und HDF Werte können auf verschiedene Arten berechnet werden, da es je nach Anwendungsbereich verschiedene Normen bzw. Anforderungen gibt. Die Auswahl, welcher Nenner genommen wird, erfolgt im Menü *Measuring* unter dem Punkt **Judge** und **BASE**. Die oben aufgeführten Formeln stehen jeweils in der Reihenfolge AC (bezogen auf AC-Anteil), TRMS (bezogen auf den echten Effektivwert inklusive Gleichanteil) und Fundamental (bezogen auf die Grundschwingung). Die Anzeigvariable BASE gibt aus, welche Einstellung gemacht wurde.

THF: Telefonfaktor nach DIN 0530T1

$$THF = \frac{1}{U} * \sqrt{(U_1 * \lambda_1)^2 + (U_2 * \lambda_2)^2 + \dots + (U_n * \lambda_n)^2}$$

Analog wird auch ein Telefonfaktor für die Ströme berechnet.

HVF: Spannungs-Oberschwingungs-Faktor nach DIN 0530T1

$$HVF = \frac{1}{U} \sqrt{\sum \frac{U_n^2}{n}}$$

Analog wird auch ein Oberschwingungsfaktor für die Ströme (HCF) berechnet.

S(): (Verschiebungs-)Scheinleistung einer Harmonischen

$$S() = U_{\text{Oberschwingung}} * I_{\text{Oberschwingung}}$$

S: Gesamtscheinleistung (Verschiebungs- und Verzerrungsscheinleistung) eines Kanales

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

φ : Winkel zwischen Strom und Spannung der Oberschwingung

$$\varphi_{UI} = \varphi_{U_{\text{Oberschwingung}}} - \varphi_{I_{\text{Oberschwingung}}}$$

P(): Wirkleistung einer Harmonischen

$$P() = S_{\text{Oberschwingung}} * \cos \varphi_{UI}$$

P: Summenwirkleistung eines Kanales

$$P = \sum_{n=0}^{49} P(n)$$

Q(): (Verschiebungs-)Blindleistung einer Harmonischen

$$Q() = |S * \sin \varphi_{UI}|$$

Q: Gesamtblindleistung (Verschiebungs- und Verzerrungsblindleistung) eines Kanales

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

Bei den Indizes im harmonischen Modus ist der Unterschied zwischen Harmonischen und Oberschwingungen zu beachten:

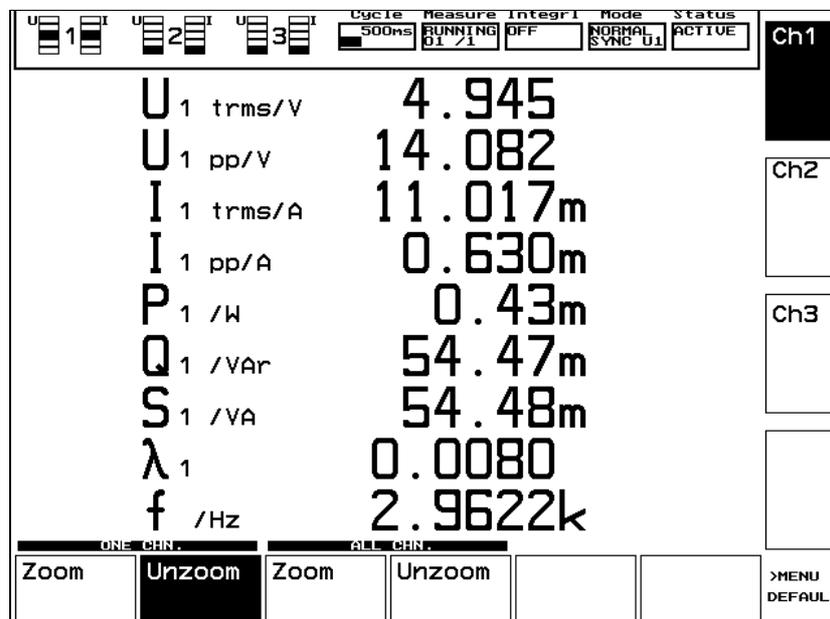
Die Indizes der Harmonischen beginnen mit 0 beim Gleichanteil, 1 bei der Grundschwingung und 2 bei der Schwingung mit der doppelten Grundschwingungsfrequenz (= Ordnungszahl der Fourier-Reihe).

Die erste Oberschwingung ist jedoch die Schwingung mit der doppelten Grundschwingungsfrequenz.

D.h. die 1. Oberschwingung entspricht der 2. Harmonischen!

5.1 Standardanzeigen (Default menü)

Durch Drücken von *Default* gelangt man in ein Menü, in dem eine Auswahl von Strömen, Spannungen und Leistungen und daraus abgeleitete Größen angezeigt werden.



Normaler Modus:

Mit Hilfe der vertikalen Softkeys **Chn1-Chn3** kann ein Kanal ausgewählt werden, mit den horizontalen **ZOOM** und **UNZOOM** wird eine mehr oder weniger umfangreiche Übersicht eines Kanals oder aller Kanäle selektiert.

Je weniger Meßwerte angezeigt werden, desto größer ist deren Darstellung. Insgesamt hat man die Wahl unter 3 Anzeigeformaten: 4, 9 oder 30 Werte werden auf einmal dargestellt. Wenn die vorgegebene Auswahl dem Anwender nicht genügt, kann er mit Hilfe der benutzerdefinierten Menüs eigene Zusammenstellungen der Meßwerte und Anzeigeformate vornehmen.

Die Anzeige besteht jeweils aus der Meß- bzw. Rechengröße mit dem Meßkanal als Index, ihrer Kenngröße (trms, dc, etc.), der physikalischen Dimension und abschließend ihrem, auf die Dimension normierten, Wert. Diesem Wert kann noch ein Vorsatzzeichen (k, M, G, m, μ, n; etc.) folgen, was einen entsprechenden Faktor ersetzt.

In den Menüs wird unter anderem eine Frequenz angezeigt. Die Quelle dieser Frequenz wird durch die aktuelle Synchronisation bestimmt:

Wird auf LINE synchronisiert, so wird die Netzfrequenz angezeigt.

Wird extern synchronisiert, so wird die externe Synchronisationsfrequenz angezeigt.

Wird auf die Meßkanäle synchronisiert, so wird die Frequenz des Kanales angezeigt, der im

Fenster 'Mode' der Statuszeile hinter dem Wort SYNC angezeigt wird. Wird wegen einer fehlenden oder für den Meßzyklus zu langsamen Frequenz (siehe Kapitel 6) dort ASYNC angezeigt, erscheinen bei der Frequenzanzeige Striche. Die Synchronisation sollte nun richtig eingestellt werden, um korrekte Meßergebnisse zu erzielen.

Mit **LINKED VALUES** werden Werte für verkettete Spannungen, Ströme und daraus resultierende Größen angezeigt. Eine genaue Beschreibung der verketteten Größen erfolgt im Punkt 'Verkettete Größen' in diesem Kapitel. Der Softkey **LINKED VALUES** erscheint nur, wenn die Option installiert und im **Wiring**, Menü *Measuring* ein gültiger Typ eingegeben ist.

Harmonischer Modus:

Hier wird eine Liste mit den Harmonischen von Strom, Spannung und Wirkleistung angezeigt. Die Kanäle werden wie im normalen Modus ausgewählt. Mit den Softkeys '↑' und '↓' kann die Liste der Oberschwingungen des gewählten Signales durchlaufen werden. In den beiden ersten Spalten werden die Effektivwerte der Harmonischen, und in der dritten die Wirkleistung angezeigt.

Meßwerte, die die Limits der EN61000-3-2 verletzen (Klasse A-D), werden rot angezeigt. In der oberen rechten Ecke der Anzeige ist ein Feld, daß für Strom und Spannung des Kanales eine gut/schlecht Bewertung anzeigt. Ist die symbolisierte LED grau, sind alle Grenzwerte eingehalten. Eine rote LED zeigt an, daß ein oder mehr Grenzwerte verletzt werden, siehe auch Kapitel 9.1.1 Oberschwingungen (EN61000-3-2).

Transientenmodus:

Im Transientenmodus ist dieses Menü nicht verfügbar.

Flickermodus:

Im Defaultmenü werden alle gemessenen Größen angezeigt:

$U_{\text{hms}}, I_{\text{hms}}$	Die jeweiligen Halbwelleneffektivwerte
d_c, d_{max}	Die bleibende bzw. die maximale Spannungsänderung
$P_{\text{mom}}, P_{\text{st}}, P_{\text{lt}}$	Der aktuelle Flickerpegel sowie der short term und long term Wert.

5.2 Spannungsmessung

Durch Drücken der Taste *Voltage* gelangt man in ein Menü, in dem ausschließlich Spannungen und daraus abgeleitete Werte angezeigt werden.

Normaler Modus:

Die Bedienung des Menüs erfolgt analog zu der des Default-Menüs.

In Abhängigkeit der gewählten Meßschaltung wird der kollektive Effektivwert (nach DIN40110) berechnet zu:

Meßschaltung (Kanalzahl)	1+2+3	1+2; 3
$U_{\Sigma} =$	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2}$	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$

Harmonischer Modus:

U1 trms/U	222.25	U1 thd %%	2.79	CLASS D
U1 thf	0.0065	U1 HUF	0.0127	I <input type="checkbox"/>
f /Hz	50.025			U Fail <input type="checkbox"/>

Nr	U1<NR>/U	LU1<NR>/A	%U1<NR>/%
00	0.30	-----	-----
01	222.16	-----	-----
02	0.00	0.4445	0.00
03	2.96	2.0003	147.80
04	0.00	0.4445	0.00
05	4.13	0.8890	464.04
06	0.00	0.4445	0.00
07	3.01	0.6668	451.50
08	0.00	0.4445	0.00
09	1.28	0.4445	287.65

Die Kanäle werden wie im normalen Modus ausgewählt. Mit den Softkeys '↑' und '↓' kann die Liste der Oberschwingungen des gewählten Signales durchlaufen werden. Mit **LIST1** erhält man eine Anzeige, in deren erster Spalte werden die Spannungen als Effektivwert, in der zweiten die Phasenverschiebung gegen die Grundschwingung der Spannung von Kanal 1 und in der dritten der Teilschwingungsgehalt angezeigt wird. **LIST2** zeigt die Bewertung der Spannung entsprechend den Anforderungen der EN61000-3-2 an. Nach dem Effektivwert wird das zulässige Limit und in der dritten Spalte die prozentuale Ausnutzung des Limits angezeigt. **LIST3** zeigt die Effektivwerte der drei Kanäle nebeneinander an.

Meßwerte, die die Limits verletzen, werden rot angezeigt. In der oberen rechten Ecke der Anzeige ist ein Feld, daß für Strom und Spannung des Kanales eine gut/schlecht Bewertung

anzeigt. Ist die symbolisierte LED grau, sind alle Grenzwerte eingehalten. Eine rote LED zeigt an, daß ein oder mehr Grenzwerte verletzt werden, siehe auch Kapitel 9.1.1
Oberschwingungen (EN61000-3-2).

Transientenmodus, Flickermodus:

Im Transienten- und Flickermodus ist dieses Menü nicht verfügbar.

5.3 Strommessung

Durch Drücken der Taste *Current* gelangt man in ein Menü, in dem ausschließlich Ströme und daraus abgeleitete Werte angezeigt werden.

Normaler Modus:

Die Bedienung des Menüs erfolgt analog zu der des Default-Menüs.

In Abhängigkeit der gewählten Meßschaltung wird der kollektive Effektivwert (nach DIN40110) berechnet zu:

Meßschaltung (Kanalzahl)	1+2+3	1+2; 3
$I_{\Sigma} =$	$\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}$	$\sqrt{I_1^2 + I_2^2}$

Harmonischer Modus:

Die Kanäle werden wie im normalen Modus ausgewählt. Mit den Softkeys \uparrow und \downarrow kann die Liste der Oberschwingungen des gewählten Signales durchlaufen werden. Mit **LIST 1** erhält man eine Anzeige mit den Strömen als Effektivwert in der ersten Spalte, in der zweiten die Phasenverschiebung gegen die Grundschwingung der Spannung von Kanal 1 und in der dritten der Teilschwingungsgehalt. **LIST 2** ist für die Überprüfung Klassen der 61000-3-2 gedacht. Nach dem Effektivwert des Stromes wird das Limit in Ampere ausgegeben, gefolgt vom Verhältnis gemessener Strom zu Limit in %. Werte von mehr als 100% zeigen eine Verletzung des Grenzwertes an. **LIST3** zeigt die Effektivwerte der drei Kanäle nebeneinander an.

Meßwerte, die die Limits verletzen, werden rot angezeigt. In der oberen rechten Ecke der Anzeige ist ein Feld, daß für Strom und Spannung des Kanales eine gut/schlecht Bewertung anzeigt. Ist die symbolisierte LED grau, sind alle Grenzwerte eingehalten. Eine rote LED zeigt

an, daß ein oder mehr Grenzwerte verletzt werden, siehe auch Kapitel 9.1.1
Oberschwingungen (EN61000-3-2).

Transientenmodus, Flickermodus:

Im Transienten- und Flickermodus ist dieses Menü nicht verfügbar.

5.4 Leistungsmessung

Durch Drücken der Taste Power gelangt man in ein Menü, in dem ausschließlich Leistungen und daraus abgeleitete Werte angezeigt werden. Mit **Power Resol.** kann ausgewählt werden, ob die Leistung im Festkommaformat oder im Fließkommaformat angezeigt wird. Letzteres ist für Tendenzmessungen interessant.

Normaler Modus:

Die Bedienung des Menüs erfolgt analog zu der des Default-Menüs.

Die Größen ohne Index geben einen entsprechenden Gesamtwert aller Kanäle an. In Abhängigkeit der gewählten Meßschaltung werden sie berechnet zu:

Meßschaltung (Kanalzahl)	1+2+3	1+2; 3
$P_{\Sigma} =$	$P_1 + P_2 + P_3$	$P_1 + P_2$
$Q_{\Sigma} =$	$\sqrt{S_{\Sigma}^2 - P_{\Sigma}^2}$	
$S_{\Sigma} =$	$U_{\Sigma} * I_{\Sigma}$	
$\lambda_{\Sigma} =$	$\frac{ P_{\Sigma} }{S_{\Sigma}}$	

Harmonischer Modus:

Die Kanäle werden wie im normalen Modus ausgewählt. Mit den Softkeys \uparrow und \downarrow kann die Liste der Oberschwingungen des gewählten Signales durchlaufen werden. Mit **LIST1** wird eine Darstellung gewählt, bei der in der ersten Spalte die Wirkleistung, in der zweiten die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung und in der dritten der Teilschwingungsgehalt angezeigt wird. Mit **LIST2** wird eine Darstellung gewählt, bei der in der ersten Spalte die Wirkleistung, in der zweiten die Blindleistung und in der dritten die

Scheinleistung angezeigt wird. **LIST3** zeigt die Wirkleistung der drei Kanäle nebeneinander an.

Transientenmodus, Flickermodus:

Im Transienten- und Flickermodus ist dieses Menü nicht verfügbar.

5.5 Energiemessung

Durch Drücken der Taste *Energy* gelangt man in ein Menü, in dem ausschließlich Energien und andere zeitabhängige Werte angezeigt werden. Energiemessungen sind nur im normalen Modus möglich!

Die Zeitparameter für die Energiemessung werden im Menü *Integral* gesetzt.

Die Bedienung des Menüs erfolgt analog zu der des Default-Menüs.

Harmonischer Modus, Transientenmodus, Flickermodus:

Im harmonischen, Transienten- und Flickermodus ist dieses Menü nicht verfügbar.

5.6 Graphische Darstellungen

Die graphischen Darstellungen werden über die Taste *Graph* erreicht (Taste *User Def.* bei einigen älteren Geräten). Mit den Softkeys **Y1**, **Y2** und **Y3** können für die drei möglichen Kanäle die Darstellungsgrößen aus einer Liste ausgewählt werden, indem anschließend **SIGNAL** gedrückt wird. Über **SCALE** wird ein Skalierungsfaktor für das Signal in Y-Richtung angegeben.

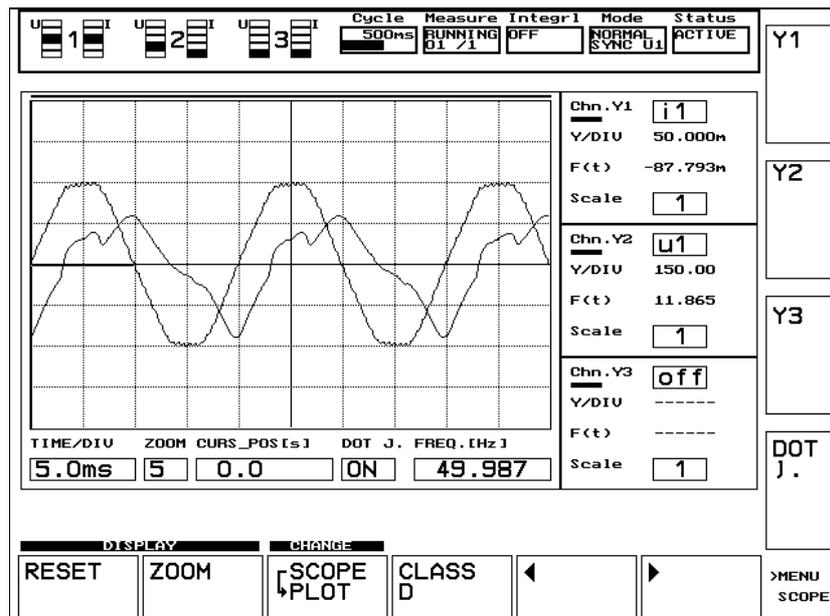
Normaler Modus, Scopedarstellung:

Mit den Softkeys **Y1**, **Y2** und **Y3** können für die drei möglichen Kanäle die Darstellungsgrößen aus einer Liste ausgewählt werden, indem anschließend **SIGNAL** gedrückt wird. Über **SCALE** wird ein Skalierungsfaktor für das Signal in Y-Richtung angegeben. Mittels **Y0** $\uparrow\downarrow$ kann das Signal auf dem Schirm verschoben werden. Da immer alle Werte aufgezeichnet werden, ist es z.B. beim 'Single Mode' möglich, erst u1, u2 und u3 anzuzeigen. Später kann dann auch i1, i2, i3, p1, p2 und p3 angezeigt werden.

Von jedem Leistungsmeßkanal können die Abtastwerte von Strom, Spannung oder Momentanleistung angezeigt werden. Es ist erforderlich, daß die Zykluszeit im Menü *Measure*

auf mindestens 500ms eingestellt ist. Dies ist für die Scopedarstellung kein Nachteil, da mit der größten Abtastrate gearbeitet wird und das Bild in der Zeitachse vergrößert werden kann. Ist die Zykluszeit kleiner, wird automatisch in die Plotfunktion geschaltet. Die Kurven werden in verschiedenen Farben dargestellt.

Mit dem Softkey **DOT J.** wird die Dot-Join-Funktion aktiviert, d.h. aufeinanderfolgende Abtastwerte werden mit einer Linie verbunden.



Mit **RESET** werden Einstellungen des Menüs auf ihre Standardwerte zurückgesetzt. Über **ZOOM** kann die Kurve bis zum 50fachen vergrößert werden. Über dem Scopeschirm befindet sich ein horizontaler roter Strich. Dieser gibt den momentan sichtbaren Ausschnitt an. Bei einem Zoomfaktor von 1 sind alle Meßwerte sichtbar, d.h. der Strich erstreckt sich über die gesamte Breite, bei den anderen Faktoren werden nur entsprechende Bruchteile dargestellt. Bei der Benutzung von **ZOOM** ist zu beachten:

- Im 'continuous mode' wird ein neuer Zoom-Faktor erst nach dem nächsten Meßzyklus berücksichtigt.
- Im 'single mode' und wenn die Darstellung mit *Freeze* eingefroren wurde wird der neue Zoom-Faktor direkt nach der Einstellung aktiv.

Mit den Cursor-Tasten '**←**' und '**→**' kann eine senkrechte rote Linie im Scopebildschirm bewegt werden. In den drei Feldern rechts neben dem Schirm wird hinter F(t) der Funktionswert an dieser Stelle ausgegeben. Der waagerechte Strich, der sich mit dem Cursor auf der Nulllinie bewegt, gibt den Bereich an, der bei der nächsten Vergrößerungsstufe angezeigt würde. Berührt dieser Strich den rechten Bildrand, wird das nächste Bild ab der Curdorposition (senkrechter Strich) aufgebaut.

In den drei Feldern rechts des Scopeschirmes wird neben der Farbe, der ausgewählten Größe und dem Funktionswert die Skalierung in Y-Richtung angegeben. Diese Skalierung ergibt sich automatisch aus dem gewählten Meßbereich. Unterhalb des Schirms wird links die Skalierung der Zeitachse, der Zoomfaktor und der Zeitpunkt angezeigt, auf dem der Cursor steht (vom Beginn des Meßzyklus an gerechnet!). Anschließend folgt ein Kästchen, das angibt, ob die Dot-Join-Funktion an- oder abgeschaltet ist. Als Abschluß wird die Grundfrequenz der Synchronisationsquelle angezeigt.

Im normalen Modus wird über **CLASS D** eine spezielle Anzeige erreicht, die es ermöglicht, eine Überprüfung des Stromes auf die 'spezielle Kurvenform' gemäß DIN VDE 0838 Teil 2 vorzunehmen. Es können nur noch die Eingangskanäle 1 bis 3 angezeigt werden. Die Einstellung von Strom und Einhüllender (CLD) für die drei dargestellten Kurven ist nicht zu ändern. Mit den Cursor-Tasten '**←**' und '**→**' wird die Mittellinie M der Einhüllenden verschoben. Die Größe wird automatisch dem Wert der Stromkurve am Punkt der Mittellinie angepaßt. Unter den Parametern der drei Kanäle erscheint ein Feld mit einem Zahlenwert und einer Leuchtdiode. Der Zahlenwert gibt an, wieviel Prozent der Dauer einer Halbperiode die Stromkurve unter der Einhüllenden lag. Bei einem Wert von >95% ist die Anforderungen für Geräte der Klasse D erfüllt und die Leuchtdiode wechselt von rot auf grün.

Dieser Spezialmodus wird durch erneutes Drücken von **CLASS D** verlassen.

Mit **SCOPE→PLOT** wird die Plotfunktion aufgerufen.

Mit **PRINT** und der Einstellung BMP2PC können die Graphen an einen Rechner übertragen werden siehe 8.5.4.

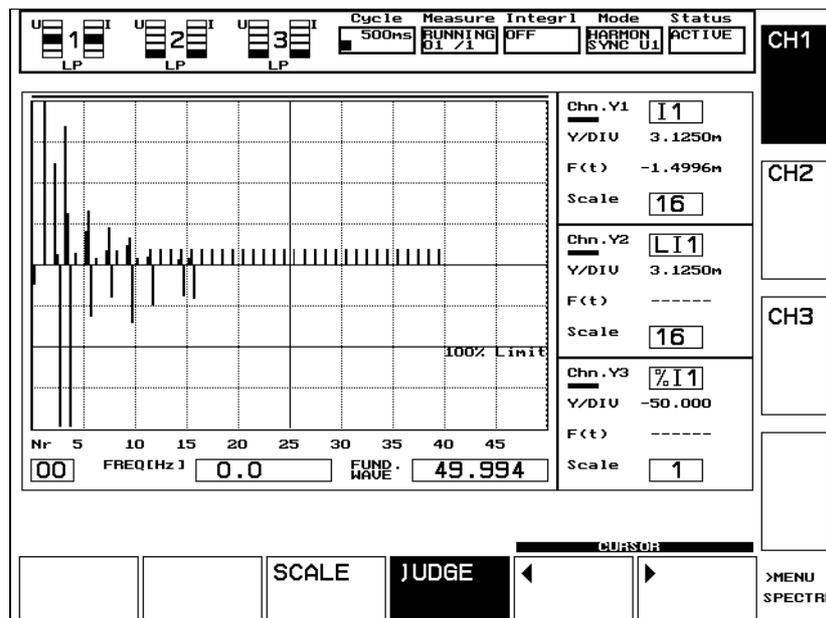
Normaler Modus, Plotdarstellung:

Mit den Softkeys **Y1**, **Y2** und **Y3** können für die drei möglichen Kanäle die Darstellungsgrößen aus einer Liste ausgewählt werden, indem anschließend **SIGNAL** gedrückt wird. Über **Y0** wird der Signalwert der Mittellinie vorgegeben, mit **SCALE Y/DIV** die Skalierung. Mittels **Y0** **↑↓** kann das Signal auf dem Schirm verschoben werden.

In der Plotdarstellung können beliebige Meß- oder Rechenwerte über der Zeit dargestellt werden. Mit **Over Write** wird festgelegt, ob bei Erreichen des rechten Bildschirmrandes die Aufzeichnung beendet oder am linken Rand neu begonnen wird.

Bei **Y1**, **Y2** und **Y3** wird neben dem Signal noch der Wert der Nulllinie (**SCALE LOW**) und der Full Scale Linie der Darstellung (**SCALE HIGH**) eingegeben. Diese Eingaben müssen mit **ENTER** bestätigt werden, bevor sie gültig werden.

Mit **PLOT**→**SCOPE** wird die Scopedarstellung aufgerufen.



Harmonischer Modus:

Mit den Cursor-Tasten '**←**' und '**→**' kann eine durchgehende, senkrechte rote Linie im Bildschirm bewegt werden. Diese springt jeweils von einer Oberschwingung zur nächsten. In den drei Feldern rechts neben dem Schirm wird hinter F(t) der Funktionswert an dieser Stelle ausgegeben. Eine zweite, gestrichelte senkrechte Linie zeigt an, bis zu welcher Ordnung die Oberschwingungen berechnet werden. Dabei gilt folgender Zusammenhang zwischen der Grundschwingungsfrequenz und der Ordnung der berechneten Oberschwingungen:

Grundschwingungsfrequenz	Ordnung der Harmonischen
0.1Hz ... 625Hz	0 ... 49.
625Hz ... 1250Hz	0 ... 25.
1250Hz ... 2500Hz	0 ... 13.

Unterhalb des Schirmes wird die Ordnung der Harmonischen sowie deren Frequenz ausgegeben. Mit **⚡** wird das Fresnel-(Zeiger-) Diagramm angezeigt. Die Ordnung der

dargestellten Harmonischen wird durch den Cursor gegeben. Die Länge der Zeiger ist auf den größten Strom- bzw. Spannungszeiger normiert. Ströme werden mit gestrichelten Linien, Spannungen mit durchgezogenen Linien dargestellt. Durch erneutes Drücken auf  wird die Funktion wieder deaktiviert.

Mit **JUDGE** wird eine spezielle Anzeige erreicht, die eine Überprüfung der Stromüberschwingungen nach EN60555/EN61000-3 ermöglicht. Dem ersten Anzeigekanal wird der gemessene Strom zugeordnet (I), dem zweiten der zulässige Grenzwert (LI). Der dritte Kanal gibt das Verhältnis Meßwert zu Grenzwert wieder (%I). **Diese Werte werden aus Gründen der Übersichtlichkeit negativ dargestellt!** **Scale** ermöglicht das gleichzeitige Zoomen der beiden ersten Anzeigekanäle. Wenn im *Measuring* Menü JUDGE=off gewählt wurde, erfolgt keine Anzeige der Limits.

Mit **PRINT** und der Einstellung BMP2PC können die Graphen an einen Rechner übertragen werden siehe 8.5.4.

Transientenmodus:

Für den Transientenmodus gelten die gleichen Einstellungen wie für den Scopemodus. Der zusätzlich vorhandene Softkey **Search** startet eine neue Transientensuche.

Flickermodus:

Im Flickermodus ist eine Plotfunktion implementiert, die analog zu der Plotfunktion im normalen Modus arbeitet. Der einzige Unterschied liegt in den Größen, die dargestellt werden und in der Aufzeichnungsgeschwindigkeit.

Es können die Halbwelleneffektivwerte von Strom, Spannung sowie der momentane Flickerpegel jedes Kanales dargestellt werden (max. 3 Größen gleichzeitig). Es werden jeweils 100 Meßwerte pro Sekunde über der Zeit dargestellt.

5.7 Benutzerdefinierte Menüs und Formeleditor

In die benutzerdefinierten Menüs gelangt man durch Drücken einer der Tasten 0 bis 8 im normalen Modus bzw. 9 im harmonischen Modus. Es erscheinen, sofern bereits eingestellt, die entsprechenden Meßgrößen. Mit **RES VAR** werden alle Variablenwerte auf Null gesetzt, jedoch nicht die eingestellten Formeln. Diese ist wichtig, wenn Variablen als Zähler programmiert sind oder Energien berechnen. Durch Drücken des Softkeys **SET** gelangt man in einen Editiermodus, in dem man zunächst die Schriftgröße wählen sollte:

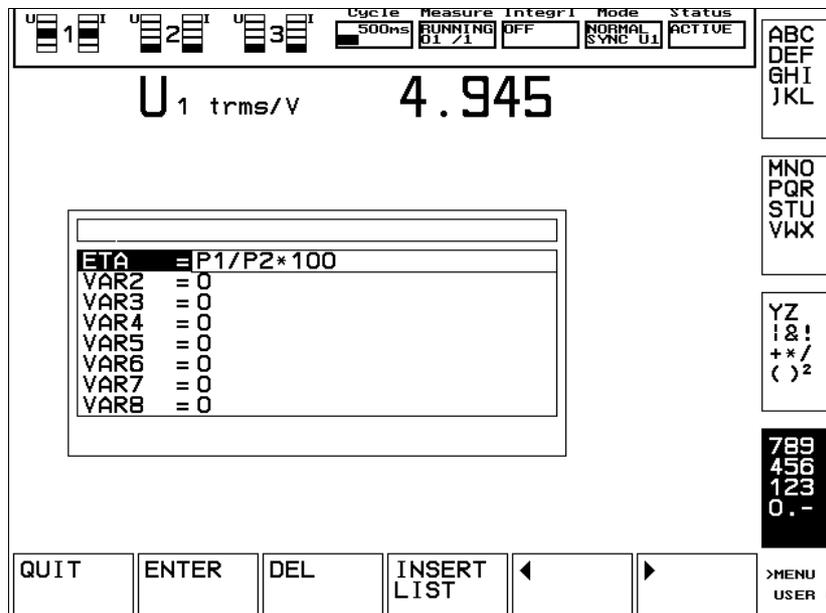
4 VAL SCREEN: Große Schriftart zum bequemen Ablesen der Meßwerte aus großen Entfernungen. Maximal 4 Anzeigewerte möglich.

9 VAL SCREEN: Bis zu 9 Werte können auf eine übersichtliche Art und Weise dargestellt werden.

30 VAL SCREEN: Bei der kleinsten Schriftart finden maximal 30 Werte auf dem Bildschirm Platz. Diese Darstellungsform eignet sich sehr gut für die vergleichende Darstellung verschiedener Meßwerte in zwei Spalten zu je 15 Werten.

Anschließend kann über **SELECT VALUES** eine Liste aller darstellbaren Größen aufgerufen werden. Mit Hilfe der vier Softkeys **←LEFT COLUMN**, **→RIGHT COLUMN**, **↑POS** und **↓POS** wird ein grau unterlegter Bereich auf dem Bildschirm verschoben. Dieser symbolisiert den Platz an dem die Größe erscheinen soll. Mit den **LST** Softkeys wird eine beliebige Größe aus der Liste ausgewählt und mit **INSERT VALUE** bestätigt. Bereits bestehende Einträge können einfach überschrieben werden. Zum Löschen eines Eintrages wird dieser mit dem ersten Eintrag der Liste ('>blank<') überschrieben. Um ein komplettes Menü zu löschen ist **CLR SCR** zu betätigen. Verlassen wird das Menü mittels **SAVE + EXIT**.

Das benutzerdefinierte Menü bleibt bis zur nächsten Änderung gespeichert.



Über **VAR.** wird der Formeleditor erreicht. Es stehen 8 Variablen zur Verfügung, die über **↑** und **↓** ausgewählt werden können. Mittels **NAME** kann die Bezeichnung der berechneten Größe geändert werden. Bei den vertikalen Softkeys werden alle verfügbaren Zeichen angezeigt. Der jeweils aktivierte Softkey (blau) symbolisiert die Zehnertastatur. Um z.B. ein

'N' einzugeben, ist der zweite Softkey von oben zu betätigen, anschließend die Ziffer '8' der Zehnertastatur. Der so eingegebene Name erscheint auch in der Auswahlliste für die Darstellung. Über **F(X)** wird die Formel eingegeben. Neben den Grundrechenarten stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung, die ihre Argumente jeweils in Klammern erwarten (Winkel sind im Bogenmaß anzugeben):

sin	-	Sinus
cos	-	Cosinus
tan	-	Tangens
asin	-	Arcussinus
acos	-	Arcuscosinus
atan	-	Arcustangens
abs	-	Absolutwert (Vorzeichen immer positiv)
sqrt	-	Wurzel
2	-	Quadratfunktion
log	-	Zehnerlogarithmus (\log_{10})
log2	-	Zweierlogarithmus (\log_2)
ln	-	natürlicher Logarithmus (\log_e)

Es können beliebig viele Klammerebenen benutzt werden. Eine Begrenzung in der Länge findet nur durch die Zahl der darstellbare Zeichen statt. Sollte diese nicht ausreichen, kann ein Teilergebnis einer Variablen zugewiesen werden und bei späteren Berechnungen wird auf diese Variable Bezug genommen. Die Variablen werden von oben nach unten berechnet, d.h. VAR1 wird zuerst berechnet, VAR8 als letztes. Dies muß beachtet werden, wenn innerhalb einer Variablenberechnung der Wert einer anderen Variablen benutzt wird.

Die Eingabe der Zeichen '&', '|' und '!' ist nicht zulässig. Wenn der Cursor auf der 1. Position ist, kann man mit dem **HISTORY** Softkey eine Liste der letzten Eingaben seit dem Anschalten des Gerätes ansehen und eine geeignete Eingabe auswählen.

Mit **INSERT LIST** kann eine Liste mit voreingestellten Werten erreicht werden, aus denen einer ausgewählt werden kann. Werte die dort nicht aufgeführt sind werden direkt mit ihrem Namen eingegeben. In dieser Liste sind noch die folgenden Konstanten definiert:

π	-	Pi (3.141592654...)
$\sqrt{2}$	-	Quadratwurzel aus 2 (1.414213562...)
$\sqrt{3}$	-	Quadratwurzel aus 3 (1.732050808...)
$\pi/180$	-	Umrechnung Grad in rad

- 180/π - Umrechnung rad in Grad
e - Eulersche Zahl (2.71828...)

Mit **CLR ALL** werden alle, mit **CLR VAR** nur die ausgewählte Formel gelöscht, d.h. auf '0' gesetzt.

In den benutzerdefinierten Menüs können noch die folgenden Größen angezeigt werden, die in den anderen Menüs nicht erscheinen:

Mittlerer Strom:

$$I_{mx} = \frac{q_x}{o_{tx}}$$

Mittlerer Summenstrom:

$$I_m = \frac{I}{2[3]} \sum_{n=1}^{2[3]} I_{mn}$$

Summe der Ladungen:

$$q = \sum_{n=1}^{2[3]} q_n$$

Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung eines Leistungsmeßkanales, wobei die Spannung als Bezug genommen wird (dieser Wert ist nur bei rein sinusförmigen Größen richtig):

$$\varphi = \arccos \lambda$$

Werte der Analogeingänge der Prozeßsignal-Schnittstelle:

AIN1, AIN2, AIN3, AIN4

Werte der Frequenzeingänge der Prozeßsignal-Schnittstelle:

FIN1, FIN2

Uhrzeit und Datum:

TIME, DATE

Full-Scale Werte der eingestellte Meßbereiche (incl. Skalierungsfaktoren):

FS-I1, FS-I2, FS-I3

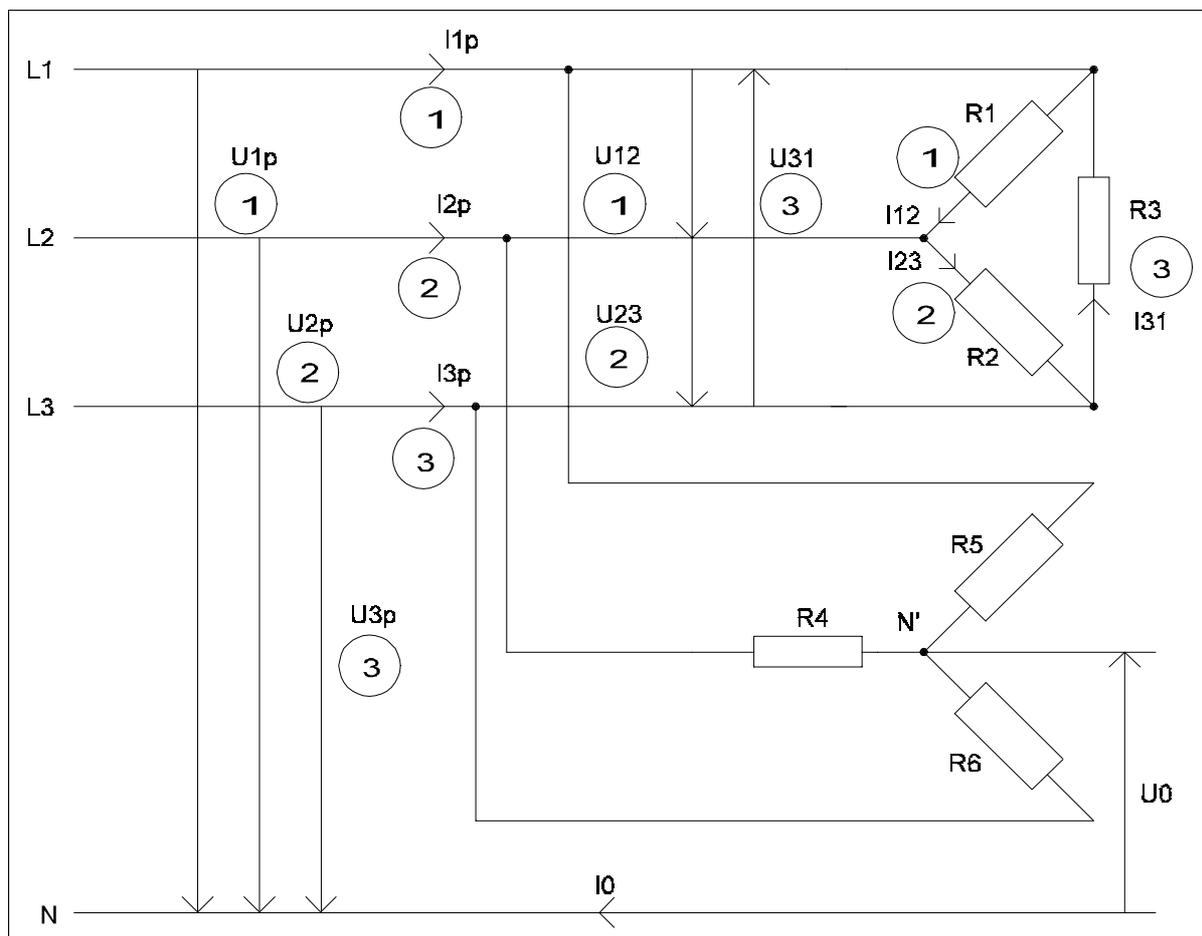
FS-U1, FS-U2, FS-U3

Induktiv-/Kapazitiv-Anzeige:

ICI1, ICI2, ICI3

Diese Werte werden +1, wenn der entsprechende Kanal induktive Signale mißt, -1 bei kapazitiven Signalen und 0 wenn der Zustand undefiniert ist.

5.8 Verkettete Größen, Stern-Dreieck-Umrechnung



Mit der Option 'Stern-Dreieck-Umrechnung' ist es möglich, Ströme und Spannungen beliebig, aber für alle 3 Kanäle gleich, an das LMG310 anzuschalten. Die Anschaltung wird unter dem Punkt **Wiring** im Menü *Measuring* angegeben. Die Größen werden gemäß dem Bild gemessen und daraus in Echtzeit die jeweils anderen Größen berechnet. D.h. wenn z.B. die Ströme I_{12} , I_{23} und I_{31} gemessen werden, werden daraus die Werte für I_{1p} , I_{2p} und I_{3p} berechnet und umgekehrt. Diese Werte können in den Menüs *Default*, *Voltage*, *Current* und *Power* über **LINKED VALUES** abgerufen werden. **Alle anderen in den Menüs angezeigten Werte werden entsprechend den Spannungen und Strömen an den Meßkanälen berechnet. Eine Umrechnung findet nicht statt.** Diese normalen Meßwerte sind bei den Anschaltungen U_{Δ} , I_{Δ} und U_{Δ} , I_{Δ} in der Regel nicht sinnvoll. Die Stern-Dreieck-Umrechnung ist nur im normalen Modus möglich, nicht im harmonischen.

Es werden vier prinzipielle Möglichkeiten unterstützt, in einer solchen Anordnung zu messen. Sie sind nachfolgend zusammen mit der entsprechenden Einstellung im Feld **Wiring** des *Measuring* Menüs tabellarisch dargestellt. Die Zahlen im Kreis (siehe Zeichnung) bezeichnen den für die jeweilige Strom- bzw. Spannungsmessung zu verwendenden Meßkanal am LMG310. Die einzelnen Meßpunkte sollten wie in der Zeichnung gezeigt angeschaltet werden, damit die in der Anzeige verwendeten Indizes stimmen. Werden die Meßkanäle in einer anderen Reihenfolge angeschlossen, stimmen die Numerierungen nicht mit den Phasen überein.

Wiring	Meßsignal am Spannungseingang	Meßsignal am Stromeingang	Leistung am Eingang
U \blacktriangle , I \blacktriangle	$U_1=U_{1p}, U_2=U_{2p}, U_3=U_{3p}$	$I_1=I_{1p}, I_2=I_{2p}, I_3=I_{3p}$	$P_1=P_{1p}, P_2=P_{2p}, P_3=P_{3p}$
U \blacktriangle , I Δ	$U_1=U_{1p}, U_2=U_{2p}, U_3=U_{3p}$	$I_1=I_{12}, I_2=I_{23}, I_3=I_{31}$	P_1, P_2, P_3
U Δ , I \blacktriangle	$U_1=U_{12}, U_2=U_{23}, U_3=U_{31}$	$I_1=I_{1p}, I_2=I_{2p}, I_3=I_{3p}$	P_1, P_2, P_3
U Δ , I Δ	$U_1=U_{12}, U_2=U_{23}, U_3=U_{31}$	$I_1=I_{12}, I_2=I_{23}, I_3=I_{31}$	$P_1=P_{12}, P_2=P_{23}, P_3=P_{31}$

Beim Wiring '1+2;3' und '1+2+3' werden keine verketteten Werte berechnet.

Werden die Spannungen bzw. Ströme der Schaltung entsprechend angeschlossen (Fußpunkt des Pfeiles an die jeweilige lila Buchse mit Stern, Spitze des Pfeiles an die graue Buchse ohne Stern), werden die Umrechnungen in die jeweils andere Schaltungsart nach folgenden Formeln vorgenommen:

Schaltung	Formel
I Δ	$I_0 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{12}(t) + i_{23}(t) + i_{31}(t))^2 dt}$
I \blacktriangle	$I_0 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{1p}(t) + i_{2p}(t) + i_{3p}(t))^2 dt}$
U Δ	$U_0 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{12}(t) + u_{23}(t) + u_{31}(t))^2 dt}$
U \blacktriangle	$U_0 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{1p}(t) + u_{2p}(t) + u_{3p}(t))^2 dt}$

Die Größen I_0 und U_0 müssen bei der Anschaltung $I\Delta$ bzw. $U\Delta$ immer Null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, wurde das Meßgerät falsch angeschlossen (Strom- oder Spannungskanal verpolt) oder es existieren weitere Verbindungen (z.B. Erdschluß o.ä.).

Wird für den Strom die Anschaltung $I\Delta$ gewählt, sollte I_0 Null sein. Andernfalls existiert ein Fehlstrom (durch den Nulleiter) oder ein Anschluß ist verpolt worden. Eine Umrechnung in die Werte der Dreieckschaltung ist dann nicht korrekt!

Wird für die Spannung die Anschaltung $U\Delta$ gewählt, sollte U_0 Null sein. Andernfalls ist der Sternpunkt N' floatend (gegenüber N) oder ein Anschluß ist verpolt. Eine Umrechnung in die Dreieckschaltung ist dann nicht korrekt!

Spannungsmessung in Sternschaltung und Umrechnung in Dreieckschaltung:

$$U_{12} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{1p}(t) - u_{2p}(t))^2 dt} \quad U_{23} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{2p}(t) - u_{3p}(t))^2 dt} \quad U_{31} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{3p}(t) - u_{1p}(t))^2 dt}$$

Strommessung in Sternschaltung und Umrechnung in Dreieckschaltung:

$$I_{12} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{1p}(t) - i_{2p}(t))^2 dt} \quad I_{23} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{2p}(t) - i_{3p}(t))^2 dt} \quad I_{31} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{3p}(t) - i_{1p}(t))^2 dt}$$

Spannungsmessung in Dreieckschaltung und Umrechnung in Sternschaltung:

$$U_{1p} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{12}(t) - u_{31}(t))^2 dt} \quad U_{2p} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{23}(t) - u_{12}(t))^2 dt} \quad U_{3p} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (u_{31}(t) - u_{23}(t))^2 dt}$$

Strommessung in Dreieckschaltung und Umrechnung in Sternschaltung:

$$I_{1p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{12}(t) - i_{31}(t))^2 dt} \quad I_{2p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{23}(t) - i_{12}(t))^2 dt} \quad I_{3p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{31}(t) - i_{23}(t))^2 dt}$$

Scheinleistung im Stern-/Dreieckstrang:

$$\begin{aligned} S_{1p} &= I_{1p} * U_{1p} & S_{12} &= I_{12} * U_{12} \\ S_{2p} &= I_{2p} * U_{2p} & S_{23} &= I_{23} * U_{23} \\ S_{3p} &= I_{3p} * U_{3p} & S_{31} &= I_{31} * U_{31} \end{aligned}$$

Wirkleistung im Dreieckstrang:

$$P_{12} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{12}(t) * u_{12}(t) dt \quad P_{23} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{23}(t) * u_{23}(t) dt \quad P_{31} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{31}(t) * u_{31}(t) dt$$

Wirkleistung im Sternstrang:

$$P_{1p} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{1p}(t) * u_{1p}(t) dt \quad P_{2p} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{2p}(t) * u_{2p}(t) dt \quad P_{3p} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{3p}(t) * u_{3p}(t) dt$$

Blindleistung im Dreieckstrang:

$$Q_{12} = \sqrt{S_{12}^2 - P_{12}^2} \quad Q_{23} = \sqrt{S_{23}^2 - P_{23}^2} \quad Q_{31} = \sqrt{S_{31}^2 - P_{31}^2}$$

Blindleistung im Sternstrang:

$$Q_{1p} = \sqrt{S_{1p}^2 - P_{1p}^2} \quad Q_{2p} = \sqrt{S_{2p}^2 - P_{2p}^2} \quad Q_{3p} = \sqrt{S_{3p}^2 - P_{3p}^2}$$

Powerfaktor im Sternstrang:

$$\lambda_{1p} = \frac{P_{1p}}{S_{1p}} \quad \lambda_{2p} = \frac{P_{2p}}{S_{2p}} \quad \lambda_{3p} = \frac{P_{3p}}{S_{3p}}$$

Powerfaktor im Dreieckstrang:

$$\lambda_{12} = \frac{P_{12}}{S_{12}} \quad \lambda_{23} = \frac{P_{23}}{S_{23}} \quad \lambda_{31} = \frac{P_{31}}{S_{31}}$$

Gesamtleistungen:

$$P_{L\Sigma} = P_{1p} + P_{2p} + P_{3p}$$

$$S_{L\Sigma} = \sqrt{I_{1p}^2 + I_{2p}^2 + I_{3p}^2} * \sqrt{U_{1p}^2 + U_{2p}^2 + U_{3p}^2}$$

$$Q_{L\Sigma} = \sqrt{S_{L\Sigma}^2 - P_{L\Sigma}^2}$$

Als weitere Größe wird die Spannungs-Unsymmetrie nach der EN50160:1994 bestimmt:

$$U_U = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \quad \text{mit} \quad \beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2}$$

Der U_U -Wert wird in Prozent ausgegeben und ist nur für $1/3 < \beta < 1/2$ gültig. Außerhalb dieses Bereiches werden Striche angezeigt

Für weitere Verwendungsmöglichkeiten der verketteten Werte beachten Sie bitte das Beispiel in Kapitel 9!

6 Konfiguration

6.1 Technisches Konzept und Meßwertaufnahme

Die Messungen des LMG310 basieren auf einer gleichzeitigen Abtastung aller 6 Strom- bzw. Spannungskanäle. Aus den so gewonnenen Meßwerten werden alle Größen berechnet. Die Zusammenfassung der Meßwerte und die Umsetzung zur eigentlichen Meßgröße geschieht in einem **Meßzyklus**. Je nach eingestellter Mittelung (Average) werden entsprechend viele Meßzyklen zu einer **Meßreihe** zusammengefaßt. Zur Synchronisation auf einen Meßkanal benötigt das LMG310 einen positiven Nulldurchgang des anliegenden Synchronisations-Signales. Wird kein die Messung startender Nulldurchgang des Signales erkannt, wird automatisch auf interne Synchronisation umgeschaltet (d.h. es wird im asynchronen Modus gemessen) und die Messung so durchgeführt. Diese Umschaltung wird in der Statuszeile durch die Meldung 'NORMAL ASYNC' bzw. 'HARMONIC ASYNC' im Fenster 'Mode' angezeigt. Eine eventuelle Frequenzanzeige zeigt statt der Frequenz des Kanales Striche an.

Durch die Zeitbedingungen zur Erkennung der verschiedenen Nulldurchgänge ergeben sich für die Zykluszeiten im normalen Modus bestimmte Mindestfrequenzen, die nicht unterschritten werden dürfen, da sonst Meßfehler entstehen (Anzeige der Frequenz ist dann '-----'):

Zykluszeit / ms	100	200	500	1000	2000	5000	10000	30000	60000
min. Frequenz / Hz	46	22	8.2	4.1	2.1	0.8	0.4	0.14	0.07
Abtastrate / kHz	80	80	80	40	20	8	4	1.333	0.666

Weiterhin sind die Abtastfrequenzen bei den verschiedenen Zykluszeiten angegeben. Diese geben jedoch nur in etwa die Abtastfrequenz an, da diese in Abhängigkeit vom Meßsignal automatisch variiert wird, um Schwebungseffekte zu unterdrücken.

Im harmonischen Modus ergeben sich andere Mindest-Frequenzen, da bei der harmonischen Analyse über mehrere Perioden gemessen werden muß:

Zykluszeit / ms	320	500	1000	2000	5000	10000	30000	60000
min. Frequenz / Hz	30	30	30	10	3	1	0.3	0.1
Periodenzahl	16	4	8	8	8	8	4	2

Die FFT wird mit bis zu 2048 Abtastwerten durchgeführt.

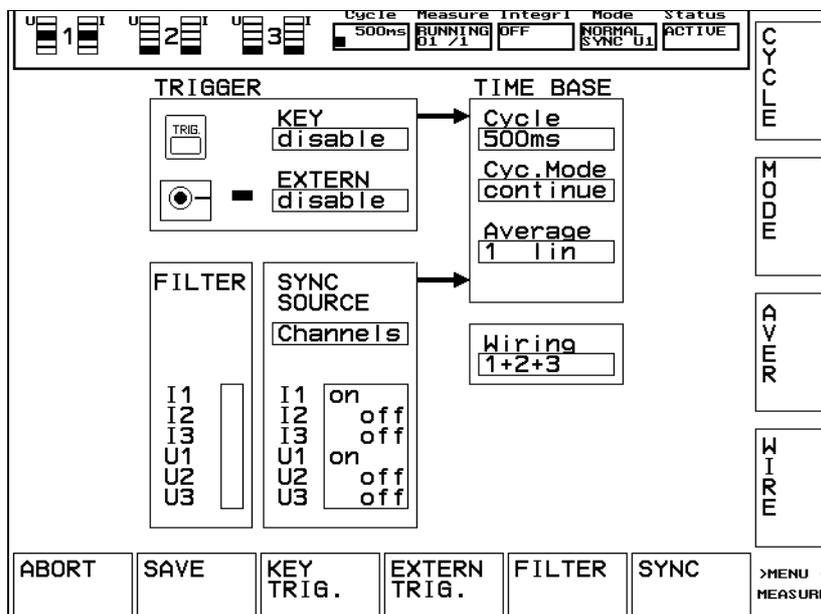
Bei Signalen mit zu geringer Frequenz wird mehr oder weniger oft auf asynchrone Messung umgeschaltet. Messungen im synchronen Modus sind nur dann richtig, wenn auch die Anzeige 'SYNC.' in der Statuszeile dauerhaft erscheint. Gegebenenfalls ist extern zu synchronisieren. Zur Messung von DC-Signalen ist die LINE-Synchronisation zu wählen.

Bevor die Meßwerte digitalisiert werden, laufen sie über Abschwächerstufen, die in Abhängigkeit des gewählten Meßbereiches (Range) eingestellt sind. Diesen Stufen sind versch. Filter zuschaltbar, mit denen Oberwellen des Meßsignales unterdrückt werden. Dies wird in der Statuszeile unter den Aussteuerungsanzeigen mit den Buchstaben "LP" (low pass) gekennzeichnet.

6.2 Measuring Menü, Meßsteuerung

In diesem Menü (erreichbar über die Taste *Measure*) können die Randbedingungen einer Messung eingestellt werden. Dazu wird zunächst mit den vertikalen Softkeys einer der vier Meßmodi **NRM** (normaler Modus), **HRM** (harmonischer Modus), **TRS** (Transientenmodus) oder **FLK** (Flickermodus) gewählt. Die Softkeys **HRM**, **TRS** und **FLK** erscheinen nur, wenn die entsprechende Option eingebaut ist.

6.2.1 Normaler und harmonischer Modus



Durch Drücken von **SET** gelangt man in einen Editiermodus, in dem alle Einstellungen geändert werden können. Nach allen Änderungen hat man zum Verlassen des Editiermodus nur zwei Möglichkeiten:

1. Mit **SAVE** werden alle Änderungen übernommen.
2. Mit **ABORT** werden sämtliche vorgenommenen Änderungen verworfen.

Bei den einzelnen Einstellungen wird eine Änderung mit **ENTER** bestätigt, mit **QUIT** verworfen. Im Gegensatz dazu wird das Measuring-Menü durch **ABORT** ohne Änderungen verlassen (alle zuvor gemachten Änderungen werden verworfen). Erst bei Betätigen des Softkey **SAVE** werden die vorgenommenen Änderungen in das System übernommen und gespeichert.

Dies dient als Vorsichtsmaßnahme, da in diesem Menü sehr grundlegende Einstellungen vorgenommen werden. Sollten einmal alle Parameter verstellt worden sein, können die werkseitig eingestellten Werte durch Drücken von **INI** im Menü *Options* übernommen werden.

Im oberen linken Teil befindet sich ein Feld, welches mit **TRIGGER** gekennzeichnet ist. Innerhalb dieses Feldes wird festgelegt, wie eine Meßreihe des LMG310 gestartet wird.

KEY TRIG: Der Menüpunkt legt fest, welche Funktion durch die Taste **TRIGGER** auf der Frontplatte ausgeführt wird. Es erscheint ein Pull-Down-Menü, in welchem die

verschiedenen Funktionen mit Hilfe der '↑' und '↓' Tasten eingestellt werden können:

disable: Die Taste Trigger hat keinen Einfluß auf den Meßzyklus, eine Betätigung wird ignoriert.

enable: Bei dieser Einstellung wird die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Meßzyklen auf null gesetzt, d.h. es wird eine neue Meßreihe gestartet. Dieser Neustart bricht den aktuellen Meßzyklus ab.

EXTERN TRIG: Hier wird festgelegt, wie ein Signal am externen Synchronisationseingang (Buchse SYNC., Signale TRIG_IN und CONTROL am Einschub SP31; siehe Kapitel 8) behandelt wird:

disable: Der externen Eingänge haben keine Funktion, ein angelegtes Signal wird ignoriert.

enable: Die externen Eingänge werden freigegeben.

Bei einem HIGH am externen Eingang TRIG_IN wird der aktuelle Meßzyklus abgebrochen, die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Meßzyklen auf null gesetzt, und auf ein LOW-Signal zum Starten des Meßzyklus gewartet.

Die symbolisierte Leuchtdiode rechts neben der Buchsensymbol gibt den Pegel am Synchronisationseingang TRIG_IN wieder (rot = HIGH, grün = LOW. Der Pegel ist HIGH-aktiv, d.h. LOW hält den Zyklus an und setzt ihn zurück, eine steigende Flanke startet den Zyklus. Siehe Kapitel Schnittstellen und Optionen).

FILTER: Bei diesem Menüpunkt wird festgelegt, ob mit Tiefpaßfilter gemessen wird, und bei welcher Frequenz diese sperren:

FREQ: Hiermit kann die Grenzfrequenz der Tiefpaßfilter direkt eingegeben werden. Sie darf im Bereich von 0.1Hz bis 50kHz liegen. Die Einstellung ist nur möglich, wenn manuelle Einstellung gewählt ist.

FILTER TYPE: Hiermit wird eingestellt, ob die eingestellte Frequenz (Anzeige 'manual'), die Frequenz der Grundwelle (Anzeige 'fundamental') oder die halbe Abtastfrequenz (Anzeige 'anti alias') als Grenzfrequenz benutzt wird.

FILTER ON/OFF: Das mit den '↑' und '↓' Tasten selektierte Filter wird an- bzw. abgeschaltet.

Die angezeigte Frequenz ist die Filterfrequenz. Das Filter ist immer bis zur 1.176fachen der ausgewählten Frequenz durchlässig, danach beginnt der Sperrbereich. Beim 1.764fachen der Frequenz ist bereits eine Dämpfung von 80dB erreicht.

Im harmonischen Modus sind die Filter immer aktiv. Sie dienen als Anti-Aliasing-Filter und sind mit ihrer Grenzfrequenz auf die 56fache Frequenz der Grundschwingung eingestellt. Bei der Einstellung 'anti alias' ist bei der halben Abtastfrequenz bereits die volle Sperrdämpfung erreicht.

Im danebenliegenden Feld SYNC wird die aktuelle Synchronisation angezeigt.

SYNC: Hiermit gelangt man in den Editiermodus der Synchronisationsparameter

Source: Hiermit wird als Synchronisationsquelle eine der folgenden gewählt:

Channels: Das Synchronisationssignal wird aus den Meßeingängen gewonnen. Welche Kanäle dazu verwendet werden, wird in der darunter liegenden Liste angezeigt.

Extern: Als Quelle für die Synchronisation wird ein externes Signal herangezogen, das über die Buchse SYNC. des Einschubes SP31 eingespeist wird (siehe Kapitel Schnittstellen).

Line: Bei dieser Einstellung wird auf die Netzfrequenz synchronisiert, mit der das LMG310 versorgt wird. Diese Einstellung ist bei DC- und Netzmessungen zu wählen.

Im der darunterliegenden Liste werden nur dann die Zustände der Kanäle angezeigt, wenn unter **Sync Source** die Auswahl auf 'Channels' gestellt wurde. Um einzelne Kanäle auszuwählen muß mit den '↑' und '↓' Tasten ein Kanal ausgewählt werden. Mit Hilfe von **ON/OFF** wird der selektierte Kanal an- bzw. abgeschaltet. Es sollten nur diejenigen Kanäle auf ON gestellt werden, die ein sauberes Signal liefern, d.h. die nur zwei Nulldurchgänge pro Periode haben. Gegebenenfalls muß die Option Filter installiert werden.

Im Feld TIME BASE werden diejenigen Einstellungen vorgenommen, die eine direkte Auswirkung auf die Meßwertaufnahme haben:

Cycle: Hier wird die Zeit für einen Meßzyklus festgelegt. Dabei ist zu beachten, daß die minimal erforderliche Synchronisationsfrequenz des Meßzyklus nicht unterschritten wird (siehe Tabelle in Kapitel 6.1 Technisches Konzept und Meßwertaufnahme). Für die Darstellung der Scope-Funktion ist eine Zykluszeit von mindestens 500ms erforderlich! Kleinere Zeiten als 320ms sind im harmonischen Modus gesperrt.

Mode: Legt fest, ob nur eine Meßreihe aufgenommen, oder ob kontinuierlich gemessen wird:

- continue:** Es werden fortlaufend Meßwerte aufgenommen. Der Zähler der Meßzyklen im Fenster Measure läuft bis zum Mittelungswert und bleibt dort stehen.
- single:** Es wird eine Meßreihe aufgenommen. Nach der durch die Mittelung angegebenen Anzahl von Meßzyklen wird die Messung getoppt. Eine erneute Messung ist z.B. mittels der (aktivierten) TRIGGER-Taste möglich. Bei Energiemessungen treten in diesem Modus Probleme auf, da nicht kontinuierlich gemessen wird, d.h. zwischen den Zyklen Lücken gelassen werden!
- Aver:** Hiermit wird die Anzahl der Meßzyklen angegeben, über die zur Berechnung eines Meßwertes gemittelt wird. Sind z.B. 8 Meßzyklen eingestellt, wird während der ersten acht Meßzyklen über die aktuelle Anzahl gemittelt. Ist der Maximalwert erreicht, wird mit einem gleitenden Mittelwert gearbeitet, d.h. es wird ein Fenster über die jeweils letzten 8 Meßzyklen gelegt und diese gemittelt. Dieser Punkt ist im harmonischen Modus und im Transientenmodus nicht verfügbar. Dort steht die Mittelung immer fest auf 1.
Hinweis: Die Werte der Prozeßsignalschnittstelle, die Variablen des Formeleditors und die Frequenz der Synchronisationsquelle werden nicht gemittelt.
- Wire:** In diesem Feld wird die Meßschaltung eingestellt:
- 1+2;3:** Diese Einstellung ist bei der Aron-Schaltung zu verwenden. Dies hat zu Folge, daß die Summen- und Durchschnittswerte sich nur auf die Kanäle 1 und 2 beziehen, so daß der Kanal 3 für eine unabhängige Messung zur Verfügung steht (Das Meßsignal sollte jedoch gleichfrequent sein oder es muß eine längere Meßzykluszeit gewählt werden). Eine Anzeige der verketteten Größen findet nicht statt. Diese Meßanordnung liefert für 2phasige Systeme korrekte Werte für alle Meßgrößen, bei 3phasigen Systemen ist nur die Wirkleistung richtig, Schein-, Blindleistung und Leistungsfaktor werden nicht richtig berechnet.
- 1+2+3:** Bei dieser Einstellung wird von einer dreiphasigen, sternförmigen Meßschaltung ausgegangen. In den entsprechenden Menüs werden Summen- bzw. Durchschnittswerte aller drei Kanäle angezeigt. Dieser Punkt eignet sich sowohl zu Messung in Dreiphasensystemen, als auch zur simultanen Messung in mehreren Einphasensystemen. Eine Anzeige der verketteten Größen findet nicht statt.
- U_A, I_A:** Dieser Punkt ist von der Anschaltung her identisch mit '1+2+3'. Bei der Anzeige sind jedoch zusätzlich die verketteten Größen verfügbar. Näheres

siehe Punkt 'Verkettete Werte' im Kapitel 'Meßwerte und Meßwertdarstellung'.

U_{Δ} , I_{Δ} : Hier werden die Spannungen in Sternschaltung, die Ströme in Dreieckschaltung gemessen. Näheres siehe Punkt 'Verkettete Werte' im Kapitel 'Meßwerte und Meßwertdarstellung'.

U_{Δ} , I_{Δ} : Hier werden die Spannungen in Dreieckschaltung, die Ströme in Sternschaltung gemessen. Näheres siehe Punkt 'Verkettete Werte' im Kapitel 'Meßwerte und Meßwertdarstellung'.

U_{Δ} , I_{Δ} : Hier werden sowohl die Spannungen als auch die Ströme in Dreieckschaltung gemessen. Näheres siehe Punkt 'Verkettete Werte' im Kapitel 'Meßwerte und Meßwertdarstellung'.

Der Punkt Wiring ist nur im normalen Modus verfügbar. In allen anderen Modi gilt das Wiring 1+2+3.

JUDGE: Diese Funktion ist nur im harmonischen Modus verfügbar. Hier werden spezielle Einstellungen des harmonischen Modus vorgenommen.

MIN: In diesem Feld wird eine Schwelle für die harmonischen Meßwerte eingestellt (nur Strom und Spannung). Alle Meßwerte, die unterhalb dieser Schwelle liegen, werden zu Null berechnet. Die Schwelle wird relativ zum Meßbereich angegeben. Bei einem Bereich von 300V und einer Schwelle von 1% werden alle Werte kleiner 3V als Null angezeigt. Der Bereich der Schwelle ist 0% bis 100%.

BASE: Hiermit kann eingestellt werden, wie die Größen Klirrfaktor (THD) und Teilschwingungsgehalt (HDF) berechnet werden. Es gibt verschiedene Vorschriften und Normen, die diese Größen auf folgende Arten berechnen:

ac: Die Werte sind auf den Wechselanteil bezogen.

trms: Die Werte sind auf den echten Effektivwert bezogen.

fundamental: Die Werte sind auf die Grundschiwingung bezogen.

CLASS: Die Klasse der EN60555/EN61000-3, nach der geprüft werden soll, wird hier eingestellt:

off: Keine Klasse aktiv.

CLASS A: Die Grenzwerte werden für Klasse A gesetzt.

CLASS B: Die Grenzwerte werden für Klasse B gesetzt.

CLASS C: Die Grenzwerte werden für Klasse C gesetzt.

CLASS D: Die Grenzwerte werden für Klasse D gesetzt.

6.2.2 Transientenmodus

U ₁	I ₁	U ₂	I ₂	U ₃	I ₃	Cycle	Measure	Integr1	Mode	Status
						500ms	RESET	OFF	TRANS SINGLE	ACTIVE
Mode		Rec.Time		PreTrig						
single graph		500ms		0%						
OR										
ExTrig										
Events										
OR										
off u										
off u										
off u										
1	SlewRate	0.0	u/ms	0.0	u/ms	0.0	u/ms			
2	TimeOut	0.00	%	0.00	%	0.00	%			
3	Funct.	win in		win in		win in				
Limits										
0.0 u 0.0 u 0.0 u										
Duration										
0.00 %										
0.00 %										
0.00 %										
SET		RESET				STOP		SEARCH		>MENU < MEASURE

Im Transientenmodus werden nach betätigen von **SET** sämtliche Randbedingungen für die Transientenmessung vorgenommen (siehe auch Kapitel 8: Transientenmodus). **Reset** stoppt die Messung und setzt die Zähler zurück. Mit **Search** werden die vorgenommenen Einstellungen an die interne Transientenerkennung weitergeleitet und die Suche nach neuen Ereignissen gestartet. **Stop** beendet die Suche, setzt die Zähler aber nicht zurück. Jede Änderung von Einstellungen bewirkt einen sofortigen Stop der Transientensuche und ein Rücksetzen der Zähler.

Rec. Time: Hiermit wird die Zeit eingestellt, während der Meßwerte aufgenommen werden. Dabei sind folgende Einstellungen möglich:

Dauer / s	0.5	1	2	5	10	30	60
Abtastrate / kHz	40	20	10	4	2	0.6	0.3

FILTER: Bei diesem Menüpunkt wird festgelegt, ob mit Tiefpaßfilter gemessen wird, und bei welcher Frequenz diese sperren:

FREQ: Hiermit kann die Grenzfrequenz der Tiefpaßfilter direkt eingegeben werden. Sie darf im Bereich von 0.1Hz bis 50kHz liegen. Die Einstellung ist nur möglich, wenn manuelle Einstellung gewählt ist.

FILTER TYPE: Hiermit wird eingestellt, ob die eingestellte Frequenz (Anzeige 'manual'), die Frequenz der Grundwelle (Anzeige 'fundamental') oder die halbe Abtastfrequenz (Anzeige 'anti alias') als Grenzfrequenz benutzt wird.

FILTER ON/OFF: Das mit den '↑' und '↓' Tasten selektierte Filter wird an- bzw. abgeschaltet.

Die angezeigte Frequenz ist die Filterfrequenz. Das Filter ist immer bis zur 1.176fachen der ausgewählten Frequenz durchlässig, danach beginnt der Sperrbereich. Beim 1.764fachen der Frequenz ist bereits eine Dämpfung von 80dB erreicht.

Bei der Einstellung 'anti alias' ist bei der halben Abtastfrequenz bereits die volle Sperrdämpfung erreicht.

Mode: Es gibt vier Möglichkeiten, auf Ereignisse zu reagieren. Diese sind der Geschwindigkeit nach geordnet, d.h. die schnellste Reaktion findet beim ersten Punkt statt:

ext. out: Jedes Triggerereignis wird nur direkt zum Ausgang 'Trigger Out' der Sync. Buchse der SP31 weitergegeben. Bei 'UND' Verknüpfung von **ExTRIG AND/OR** wird das Signal für die Dauer des Transienten ausgegeben, bei 'ODER' Verknüpfung nur für 125ns.

Reaktionszeit: 1/Abtastrate

counter: Die in diesem Menü eingeblendeten Zähler jeder Triggerquelle werden erhöht, wenn ein Ereignis auftritt.

Reaktionszeit: max. 2ms

- single:** Beim Auftreten eines Ereignis werden 20000 (siehe **Pre-Trig**) Abtastwerte/Kanal aufgenommen und im Menü *Graph* dargestellt. Es wird erst nach neuen Ereignissen gesucht, nachdem die Taste **Search** betätigt wurde.
- repeat:** Beim Auftreten eines Ereignis werden 20000 (siehe **Pre-Trig**) Abtastwerte aufgenommen und im Menü *Graph* dargestellt. Nachdem die Darstellung abgeschlossen ist, wird sofort nach weiteren Ereignissen gesucht, und diese ebenfalls sofort dargestellt.

Nach durchgeführten Einstellungen muß die Messung durch Drücken von **Search** freigegeben werden.

Trig.: Hier werden die Randbedingungen für die Behandlung eines Ereignis definiert:

Pre-Trig: Die Pretrigger-Zeit kann auf 0%, 25%, 50%, 75% oder 100% eingestellt werden. Bei einer Einstellung von 25% werden 5000 Werte vor und 15000 Werte nach dem Ereignis dargestellt.

CHNS AND/OR: Der Status der drei Meßkanäle wird logisch 'UND' oder 'ODER' verknüpft. Sind bei 'ODER' Verknüpfung mehrere Kanäle an der Suche beteiligt, löst ein Ereignis an einem Kanal die Aufzeichnung aller Kanäle aus. Während dieser Aufzeichnung werden Ereignisse anderer Kanäle nicht erkannt!

ExTRIG AND/OR: Der externe Triggereingang wird logisch 'UND' oder 'ODER' mit dem Ergebnis der Verknüpfung der drei Kanäle verknüpft. Die LED des externen Triggereingangs gibt den tatsächlichen Pegel an der Buchse Sync., Signal TRIG_IN der SP31 wieder (siehe Kapitel Schnittstellen und Optionen).

Ein Triggerereignis findet dann statt, wenn die Verknüpfung des externen Triggereinganges mit dem Ergebnis der Verknüpfung der drei Kanäle logisch 'WAHR' ist.

Chn1-3: Für die 3 Meßkanäle können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden:

Events: Hier wird eingestellt, auf welche(s) Ereignis(se) getriggert werden soll. Dazu stehen drei prinzipielle Ereignistypen zur Verfügung (1=Slew-Rate, 2=Time-Out, 3=Funktion). Diese Typen können einzeln angewählt werden oder logisch kombiniert. Für die logischen Verknüpfungen werden die Zeichen '+' für 'ODER' und '*' für 'UND' verwendet.

Beispiel 1*3+2 Der gewählte Kanal ist dann 'WAHR', log. '1', wenn die Flankensteilheit überschritten wird **und** die Funktion erfüllt ist, **oder** wenn ein Time-Out auftritt.

- Signal:** Hiermit wird der Strom, die Spannung oder die Leistung als zu überwachendes Signal des Kanales ausgewählt.
- Slew-Rate:** Hier wird die maximal zulässige Anstiegsgeschwindigkeit des Signals des Kanales in [V/ms], [A/ms] oder [W/ms] eingegeben. Das Vorzeichen wählt die steigende oder fallende Flanke aus.
- Time-out:** Hier wird die Zeit eingegeben, die das Signal kleiner als 6.25% vom Meßbereich sein muß, um ein Ereignis des Kanales auszulösen (z.B. ein kurzzeitiger Zusammenbruch der Spannung). Die Zeit wird in % von der **Rec. Time** angegeben (0%...100%).
Beispiel: Rec. Time 250ms, Time-out 20%. Das Ereignis muß mindestens 50ms andauern.
- Func:** Hier können spezielle Funktionen zur Überwachung eines Signales gewählt werden:
- win in: Diese Funktion wird wahr, wenn das Signal innerhalb der eingestellten Grenzen liegt.
 - win out: Diese Funktion wird wahr, wenn das Signal außerhalb der eingestellten Grenzen liegt.
 - over lim: Diese Funktion ist wahr, wenn das Signal größer als der obere Grenzwert ist.
 - under lim: Diese Funktion ist wahr, wenn das Signal kleiner als der untere Grenzwert ist.
 - no +slope: Diese Funktion wird wahr, wenn zwischen zwei zeitlich getrennten Unterschreitungen der unteren Grenze keine Überschreitung der oberen Grenze liegt.
 - no -slope: Diese Funktion wird wahr, wenn zwischen zwei zeitlich getrennten Überschreitungen der oberen Grenze keine Unterschreitung der unteren Grenze liegt.
- Lim ↑:** Obere Grenzwerteinstellung in V, A oder W, abhängig vom eingestellten Signal.
- Lim ↓:** Untere Grenzwerteinstellung in V, A oder W, abhängig vom eingestellten Signal.

Dur: Hier wird die Zeitdauer eingegeben, während der die spezielle Funktion erfüllt sein muß, um ein Ereignis als wahr zu bewerten. Die Zeit wird in % von der **Rec. Time** angegeben (0%...100%).

Die Werte für **Lim** ↑ und **Lim** ↓ müssen innerhalb des eingestellten Meßbereichs liegen!

6.2.3 Flickermodus

U ₁	U ₂	U ₃	Cycle	Measure	Integr1	Mode	Status																										
1	2	3	LP	LP	LP	STOP	OFF	FLICKER SYNC U1	ACTIVE																								
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">max. Volt. fluctuation</td> </tr> <tr> <td colspan="3">3.0%</td> </tr> <tr> <td>Long Time</td> <td>Short Time</td> <td>Periods</td> </tr> <tr> <td>0d 2h 0m 0</td> <td>= 00:10:00</td> <td>* 12</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Current State</td> </tr> <tr> <td>0d 0h 0m 0</td> <td>00:00:00</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>Time</td> <td>Filter</td> </tr> <tr> <td>15.12.95</td> <td>08:57:43</td> <td>100.00 Hz</td> </tr> </table>										max. Volt. fluctuation			3.0%			Long Time	Short Time	Periods	0d 2h 0m 0	= 00:10:00	* 12	Current State			0d 0h 0m 0	00:00:00	00	Date	Time	Filter	15.12.95	08:57:43	100.00 Hz
max. Volt. fluctuation																																	
3.0%																																	
Long Time	Short Time	Periods																															
0d 2h 0m 0	= 00:10:00	* 12																															
Current State																																	
0d 0h 0m 0	00:00:00	00																															
Date	Time	Filter																															
15.12.95	08:57:43	100.00 Hz																															
<table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td></td> <td>START</td> <td>STOP</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="9"></td> <td>>MENU < FLICKER</td> </tr> </table>										SET		START	STOP																>MENU < FLICKER				
SET		START	STOP																														
									>MENU < FLICKER																								

Im Flickermodus werden nach betätigen von **SET** sämtliche Randbedingungen für die Flickermessung vorgenommen (siehe auch Kapitel 9.1.2 Spannungsschwankungen, Flicker (EN61000-3-3)). **Start** oder *Trigger* startet die Messung mit den eingestellten Parametern, **STOP** oder *STOP* stoppt die Messung.

Die einzustellenden Parameter sind:

RANGE: Gibt den Spannungsschwankungsbereich in % vor. Folgende Einstellungen sind möglich:

- 0.3%
- 1.0%
- 3.0%
- 10.0%

SHORT TIME: Hier wird die Zeitdauer für eine Kurzzeit-Flickermessung vorgegeben.

PERIOD: Hier wird die Anzahl der SHORT-TIME Perioden vorgegeben, die zu einer LONG TIME Periode zusammengefaßt werden sollen.

Die Vorgaben aus der EN61000-3-3 sind 10min für das Kurzzeitintervall und 12 Perioden. Somit ergibt sich eine Zeit von 2h für die Langzeitmessung.

Nach dem Start der Flickermessung läuft der grüne Balken von links nach rechts. Diese Zeit von ca. 8s wird benötigt, um die Filter einschwingen zu lassen. Während der eigentlichen Messung blinkt der grüne Balken. Nach Ende der Messung leuchtet der Balken konstant (siehe auch Kapitel 9.1.2 Spannungsschwankungen, Flicker (EN61000-3-3)).

6.3 Ranges Menü, Meßbereichswahl

In diesem Menü (erreichbar über die Taste *Ranges*) werden die Meßbereiche der einzelnen Kanäle eingestellt. Dazu wird mit den horizontalen Softkeys ein Kanal ausgewählt. Mit den '↑' und '↓' Tasten wird ein anderer Meßbereich eingestellt (nur möglich, wenn der Kanal in der manuellen Betriebsart ist). Wird der Bereich umgestellt, wandert ein dunkler Balken entsprechend der Wahl. Der aktuell eingestellte Bereich wird durch einen Pfeil gekennzeichnet ('→'). Da die Meßbereichsumschaltung erst **nach Ende** eines Meßzyklus erfolgt, kann es bei langen Zykluszeiten entsprechend dauern, bis ein neuer Meßbereich aktiv wird. Diese Zeit kann durch Betätigen von *Trigger* verkürzt werden (wenn diese Funktion vorher aktiviert wurde). Dabei wird jedoch der laufende Zyklus abgebrochen.

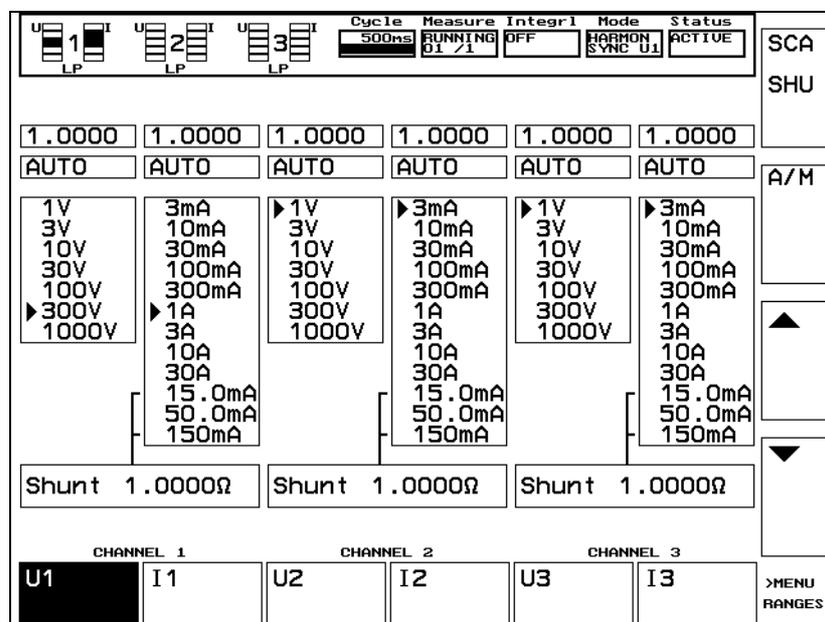
Mit der **A/M** Taste wird zwischen automatischer und manueller Meßbereichswahl umgeschaltet. **Im Transienten- und Flickermodus ist nur die manuelle Meßbereichswahl möglich!** Bei automatischer Meßbereichsumschaltung wird in den nächst größeren Bereich geschaltet, wenn Momentanwerte des Signals 96% des zulässigen Spitzenwert des Meßbereiches überschreiten (roter Balken der Aussteuerungsanzeige würde angeschaltet). In den nächst kleineren Bereich wird geschaltet, wenn die Spitzenwerte des Signales kleiner als 2/3 des zulässigen Spitzenwerte des nächst kleineren Meßbereichs sind.

Bei automatischer Meßbereichswahl kann mit den '↑' und '↓' Tasten der kleinste zulässige Meßbereich gewählt werden. Die nicht mehr verfügbaren Bereiche werden rot dargestellt. Das Sperren der Meßbereiche ist bei den Bereichen für die externen Shunts nicht möglich. **Es sollte immer ein möglichst hoher Wert für den kleinsten Meßbereich gewählt werden, um eine Überlastung der Eingänge bei der Stromanschaltung zu vermeiden!**

Mit den Skalierungsfaktoren können sowohl die Ströme als auch die Spannungen unabhängig skaliert werden. Nach Drücken von **SCA SHU** und dann **SCALE** kann in dem entsprechenden Fenster der Faktor eingegeben werden. Mit den anhängbaren Buchstaben **m**(illi) und **k**(ilo) ist der Bereich um den Faktor 1000 nach oben bzw. unten erweiterbar. Der Einsatz von

Skalierungsfaktoren ist z.B. dann notwendig, wenn mit Strom- oder Spannungswandlern gearbeitet wird. Durch Eingabe des Übersetzungsverhältnisses werden alle Meßwerte (Ströme, Leistungen und daraus abgeleitete Größen) korrekt ermittelt und angezeigt. Eine Umrechnung von Hand entfällt, siehe auch Kapitel 8.6.

Nach Drücken von **SCA SHU** und dann **SHUNT** (erscheint nur bei den Strommeßbereichen) kann in dem entsprechenden Fenster der Wert des extern angeschlossenen Shunts in Ohm eingegeben werden. Mit den anhängbaren Buchstaben **m**(illi) und **k**(ilo) ist der Bereich um den Faktor 1000 nach oben bzw. unten erweiterbar. Durch Eingabe des Shuntwertes werden alle Meßwerte (Ströme, Leistungen und daraus abgeleitete Größen) korrekt ermittelt und angezeigt. Eine Umrechnung von Hand entfällt. Die Umrechnung der Daten der externen Shunts auf die korrekten Meßwerte geschieht intern.



Die drei letzten Strommeßbereiche entsprechen den externen Bereichen. Sie haben Nennspannungswerte von 15mV, 50mV und 150mV, es werden jedoch die entsprechenden Strommeßbereiche angezeigt.

Wird bei einem Stromkanal auf Autorange geschaltet, sind die verfügbaren Werte auf den jeweiligen Shunt begrenzt. D.h., wenn ein interner Strombereich aktiviert ist und man schaltet auf Autorange um, wird nur innerhalb des internen Shunt der Meßbereich gewechselt. War vor der Umstellung ein externer Meßbereich aktiv, wird nur der externe Shuntbereich automatisch umgestellt.

Achtung! Um die Genauigkeit des LMG310 speziell bei hohen Frequenzen zu gewährleisten, ist es nötig, Spezial-Shunts zu verwenden, die die geforderte Genauigkeit (d.h. eine Genauigkeit, die über der Grundgenauigkeit des LMG310 liegt) über den vollen Frequenzbereich garantieren. Bei den handelsüblichen Shunts ist insbesondere der Frequenzgang derart ungenügend, daß Ströme nur bis zu wenigen hundert Hertz richtig gemessen werden können. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Temperaturdrift durch Eigenerwärmung. Diese muß so gering sein, daß keine Meßfehler auftreten. Meßfehler die aufgrund technisch unzureichender Shunts entstehen liegen nicht im Verantwortungsbereich der Firma ZES. Wir empfehlen daher, unsere als Zubehör angebotenen Präzisions-Hochstrom-Breitband-Shunts der Serie PHB zu verwenden.

6.4 Integral Menü, Meßzeitsteuerung

In diesem Menü (erreichbar über die Taste *Integral*) werden diejenigen Einstellungen vorgenommen, die für zeitabhängige Messungen (Energien, Ladungen) notwendig sind.

INTEGR MODE: Hiermit wird eingestellt über welchen Zeitraum die Integration der Messung läuft. Es erscheint ein Pull-Down-Menü mit folgenden Punkten:

- off: Die Integralmessung ist abgeschaltet.
- continue: In diesem Modus wird die Integralmessung kontinuierlich durchgeführt.
- time interval: In diesem Modus wird die Integralmessung über einen bestimmten Zeitraum hinweg durchgeführt. Mittels **INT TIM** wird die Integrationsdauer eingestellt. Ist diese Zeit abgelaufen, stoppt die Integration.
- until endtime: In diesem Modus wird die Integralmessung bis zu einem bestimmten Zeitpunkt durchgeführt. Mittels **END TIM** wird die Endzeit der Integration eingestellt.
- periodic interval: In diesem Modus wird die Integralmessung über einen bestimmten Zeitraum hinweg durchgeführt. Mittels **INT TIM** wird die Integrationsdauer eingestellt. Ist diese Zeit erreicht, wird im Gegensatz zum 'time interval' modus die nächste Messung gestartet. Die Meßwerte werden **nur nach Ablauf der Integrationszeit** am Bildschirm aktualisiert und bleiben während der folgenden Integrationsphase sichtbar.

- RESET:** Die Integralmessung wird angehalten und alle Integrationswerte auf Null zurückgesetzt.
- Pstby Chnx:** Für den Kanal x wird eine Standby-Leistung eingegeben. Der Sinn der Standby-Leistung ist es, nur Wirkleistungen aufzuintegrieren, die größer oder gleich der Standby-Leistung sind. Durch einen Wert von 0 werden alle Leistungen aufintegriert.
- STA TIM ACT:** Hiermit wird zwischen zeitabhängigem und manuellem Start der Messung umgeschaltet (Punkt Active im Feld START AT):
YES: Die Messung startet **nur** zu dem angegebenen Zeitpunkt, muß aber vorher über *Trigger* freigegeben werden.
NO: Die Messung startet über die *Trigger* Taste oder über die externen Eingänge
- STA TIM:** Hiermit wird, sofern über die Einstellung des Softkey **STA TIM ACT** ermöglicht, der Zeitpunkt des Beginns der Messung eingestellt. Zunächst wird das Datum eingegeben, nach Betätigen von **ENTER** die Uhrzeit.
- END TIM:** Hiermit wird, sofern über den eingestellten Modus möglich, der Zeitpunkt des Endes der Messung eingestellt. Zunächst wird das Datum eingegeben, nach Betätigen von **ENTER** die Uhrzeit.
- INT TIM:** Hiermit wird, sofern über den eingestellten Modus möglich, die Dauer der Messung eingestellt. Messungen sind über maximal 99 Tage, 23 Stunden, 59 Minuten und 59 Sekunden möglich.

Generell richtet sich der Start der Messung nach den im Feld START AT eingestellten Werten. Ist der Punkt Active auf NO eingestellt, ist ein Start/Neustart der Messung extern oder über die Taste *Trigger* möglich. Ist YES eingestellt, startet die Messung **nur** zum angegebenen Zeitpunkt. Diese Umschaltung erfolgt mit dem Softkey **STA TIM ACT**. Ist YES gewählt, kann über **STA TIM** die Startzeit eingestellt werden. **Zur Aktivierung der Startzeit muß nach der Einstellung die Taste TRIGGER gedrückt werden,** um in den Wartemodus zu gelangen. Diesen Modus erkennt man an der Anzeige von WAIT in der unteren Zeile des Fensters Integrl in der Statuszeile.

Im Feld Run Time wird die verstrichene Laufzeit seit Start der Integralmessung angezeigt. Unter Ontime wird für jeden der drei Kanäle die Zeitdauer angezeigt, während der die Leistung dieses Kanales über der Standby-Leistung lag. Die links daneben angeordneten Leuchtdioden zeigen mit rot an, daß die Leistung unter der Standby-Leistung liegt, bei grün ist die Leistung größer.

Am unteren Rand des Menüs wird die aktuelle Uhrzeit mit dem Datum angezeigt.

Die symbolisierte Leuchtdiode mit der Bezeichnung 'Ext. Input' signalisiert den Zustand des

externen Trigger-Einganges CONTROL an der Buchse Sync. der SP31 (siehe Kapitel Schnittstellen und Optionen): Rot = LOW, Grün = HIGH. Der Pegel ist LOW-aktiv, d.h. LOW hält den Zyklus an und setzt ihn zurück, eine steigende Flanke startet den Zyklus bzw. schaltet in den Wartezustand, wenn zu einem eingestellten Datum gestartet werden soll. Die Meßwerte werden mit Ablauf jedes Meßzyklus aktualisiert, mit Ausnahme des 'periodic interval'-Modus; hier werden die Werte nur nach Ablauf der Integrationszeit aktualisiert. Beim Starten der Integration wird prinzipiell die Zykluszeit zurückgesetzt, d.h. mit der Integration startet auch ein neuer Meßzyklus. Dies ist unabhängig von den im Menü Measuring eingestellten Funktionen der Taste *Trigger*. Der Zyklus wird immer auf 'continue' gestellt, da die Einstellung 'single' hier keinen Sinn macht.

Die Integration wird bei Erreichen der eingestellten Endzeit/Intervallzeit erst nach dem Ende des aktuellen Meßzyklus beendet. Beispiel: Intervallzeit 8s, Zykluszeit 5s, Ende der Integration nach 10s.

Beispiel zur Bedienung des Integral Menü:

Von einem Kühlagregat soll die Energieaufnahme bestimmt werden. Das Aggregat nimmt eine Grundleistung von etwa 0.5W für die interne Steuerelektronik auf. Die Energie soll über einen Zeitraum von 24h ermittelt werden.

Zunächst mit **Integr Mode** auf time interval schalten. Nun kann mit **INT TIM** das Meßintervall auf 24h eingestellt werden. Dazu wird folgendes eingegeben: '1d 0h 0m 0'. Der Start soll manuell erfolgen, deshalb ist mit **STA TIM ACT** die Einstellung 'No' zu wählen. Abschließend wird die Standby-Leistung auf 1W mittels **Pstby Chn1** eingestellt. Mit **RESET** werden Meßwerte von älteren Messungen zurückgesetzt. Die Messung wird dann über **TRIGGER** gestartet und nach 24h automatisch gestoppt.

Achtung: Wenn über die Taste **FREEZE** die Messung eingefroren wird, erfolgt keine Aufintegration der Meßwerte.

6.5 Logging Menü, Datenaufzeichnung

In diesem Menü (erreichbar über die Taste *Logging*) werden die Betriebsparameter der Speicherkarte bzw. der Druckerschnittstelle eingegeben und angezeigt. Was gedruckt bzw. gespeichert werden soll, wird im jeweiligen Menü gewählt (siehe Kapitel 8.5 Datenaufzeichnung auf Speicherkarte und Drucker)

Mit **MODE** wird eingestellt, wodurch die Wiederholrate der Speicherungen bzw. des Ausdrucks vorgegeben wird, d.h. wodurch der Ausdruck bzw. die Speicherung ausgelöst wird:

- TIME IN SEC.:** Die Wiederholrate wird in dem darunterliegenden Kästchen mittels Softkey **TIME PERIOD** eingestellt.
- CYCLE TIME:** Die Wiederholrate entspricht der Zykluszeit der Messungen. Diese Einstellung setzt bei kurzen Meßzyklen einen schnellen Drucker voraus!
- SINGLE REC.:** Es wird eine einzige Aufzeichnung vorgenommen (durch Drücken auf *Print* bzw. *Write Card*).
- INTGRAL.INT:** Die Aufzeichnung wird nach dem Ende jedes Integrationsintervalls vorgenommen. Diese Einstellung ist hauptsächlich für länger andauernde Energiemessungen gedacht.
- EVENT:** Die Ausgabe erfolgt nach Ende jedes Meßzykluses, wenn bestimmte Grenzwerte überschritten sind (Einstellung in *Options Limits*) oder eine einzelne Ausgabe erfolgt, wenn der zweite Digitaleingang logisch eins ist.

U1	I1	U2	I2	U3	I3	Cycle	Measure	Integr1	Mode	Status																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	500ms	RUNNING	OFF	NORMAL	ACTIVE																
<table border="1"> <tr> <td>printer</td> <td>CITIZEN NB2</td> </tr> <tr> <td>mode</td> <td>SINGLE REC.</td> </tr> <tr> <td>time period</td> <td>00:00:15</td> </tr> <tr> <td>print head</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>Auto formfeed after each Print</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>memory card</td> <td></td> </tr> <tr> <td>filename</td> <td>LOGGING</td> </tr> <tr> <td>remark</td> <td></td> </tr> </table>											printer	CITIZEN NB2	mode	SINGLE REC.	time period	00:00:15	print head	ON	Auto formfeed after each Print	OFF	memory card		filename	LOGGING	remark	
printer	CITIZEN NB2																									
mode	SINGLE REC.																									
time period	00:00:15																									
print head	ON																									
Auto formfeed after each Print	OFF																									
memory card																										
filename	LOGGING																									
remark																										
<table border="1"> <tr> <td>PRINTR</td> <td>MODE</td> <td>TIME PERIOD</td> <td>PRINT HEADER</td> <td>AUTO F-FEED</td> <td>PAPER OUT</td> <td>>MENU < LOGGING</td> </tr> </table>											PRINTR	MODE	TIME PERIOD	PRINT HEADER	AUTO F-FEED	PAPER OUT	>MENU < LOGGING									
PRINTR	MODE	TIME PERIOD	PRINT HEADER	AUTO F-FEED	PAPER OUT	>MENU < LOGGING																				

Mit **TIME PERIOD** wird die Wiederholrate der Aufzeichnung eingestellt. **PRINT HEADER** legt fest, ob der Kopf beim Drucken mit ausgegeben werden soll oder nicht. Mit Hilfe von **REM** wird ein Text definiert, die am Anfang der Aufzeichnungsdatei bzw. des Ausdruckes ausgegeben wird (z.B. um die Messung zu beschreiben).

Drucker:

Wird auf einen Drucker protokolliert (über Taste *Print*), muß der Drucker in der Lage sein, die gesendeten Zeichen des LMG310 in Echtzeit zu verarbeiten bzw. zu puffern. Im LMG310 findet **keine Pufferung** statt (da auch diese bei einem langsamen Drucker überfordert würde)!

Die maximale Ausgabegeschwindigkeit beträgt 100 Zeichen/s. Am Zeilenende wird <cr><lf> (Return/Linefeed) gesendet. Über **PRINTR** wird ein Drucker bzw. zu dem benutzten Drucker kompatibler Drucker ausgewählt. Mit **AUTO F-FEED** erreicht man nach jedem Ausdruck einen Seitenvorschub. Wenn mehrere Ausdrücke auf eine Seite gebracht werden sollen, muß dieser Punkt abgeschaltet werden. **PAPER OUT** wirft die aktuelle Seite aus dem Drucker aus.

Wird als Drucker BMP2PC eingestellt können die Graphen aus dem Scope und Plotmenü direkt in einen PC eingespielt werden siehe auch 8.5.4 „Ausgabe von Scope- und Plotgraphen auf einen PC“.

Speicherkarte:

Mit **FILE NAME** wird ein Dateiname für die Speicherung der Daten auf Speicherkarte ausgewählt. Es sind max. 8 Zeichen zulässig. Mit **FORMAT MCM** wird die eingeschobene Speicherkarte in einem DOS-Format so formatiert, daß sie an einem PC mit PCMCIA Laufwerk von beliebigen Anwenderprogrammen ausgelesen werden kann. Mit dem Softkey **INFO** erscheinen allgemeine Informationen zu der Speicherkarte. Zum Starten der Aufzeichnung auf Speicherkarte ist die Taste *Write Card* zu drücken. Mit dem Starten der Aufzeichnung wird die Datei angelegt (in einem DOS-Format, daß z.B. von Laptops gelesen werden kann). Die Extension des Dateinamens ist bei der ersten Datei '100'. Wird die Aufzeichnung angehalten und später fortgesetzt, wird die Nummer der Extension erhöht ('101', '102', ..). Somit ist es möglich, eine Aufzeichnung zu unterbrechen und später fortzusetzen. Wenn der MODE auf 'SINGLE REC.' eingestellt ist, erfolgen die einzelnen Aufzeichnungen immer in verschiedene Dateien (auch hier wird lediglich die Extension erhöht).

Eine genaue Beschreibung der Datenaufzeichnung auf Drucker und Speicherkarte befindet sich in Kapitel 8.5 'Datenaufzeichnung auf Speicherkarte und Drucker'.

6.6 Bus (If) Menü, Schnittstelleneinstellungen

In diesem Menü (erreichbar über die Taste *Bus(If)*) werden die Parameter der Schnittstellenkarte eingestellt. Diese umfaßt eine RS232 und eine IEEE488.2 Schnittstelle. Mit **SET** gelangt man in den eigentlichen Editiermodus. Nach allen Änderungen hat man zum Verlassen des Editiermodus zwei Möglichkeiten:

1. Mit **SAVE** werden alle Änderungen übernommen.

2. Mit **ABORT** werden sämtliche vorgenommenen Änderungen verworfen.

In den ersten beiden Zeilen erscheint der Status der Schnittstelle:

Interface present: -yes Interface ist verfügbar
 -no es ist kein Interface vorhanden

Setup from: Menu Die Einstellungen werden in dem nachfolgend beschriebenen Menü vorgenommen.
 Switches Die Einstellungen werden durch die DIP-Schalter an der Geräterückseite vorgenommen.

IF TYP: Mittels dieser Taste wird die aktive Schnittstelle über ein Pull-Down-Menü ausgewählt:

no IF: Es ist keine der drei Schnittstellen aktiviert.
RS232: Nur die RS232-Schnittstelle ist aktiviert.
IEEE488: Nur die IEEE488.2-Schnittstelle ist aktiviert.

IF MOD: Wenn ein Interface ausgewählt wurde, wird hiermit die Betriebsart bestimmt:

stand by: Bei der IEEE488 Schnittstelle ist das LMG310 in einem Stand-By Betrieb, d.h. es meldet auf Anforderung hin sein Vorhandensein am Bus, kann aber nicht mit weiteren Befehlen versorgt werden.
 Bei der RS232 kann in diesem Modus nur das Statusbyte abgefragt werden.
remote rd: Es können nur Meß- und Zustandswerte des LMG310 über die Schnittstelle abgefragt werden, Einstellungen können jedoch **nicht** vorgenommen werden.
remote rd+wr: Bei diesem Punkt können auch über die Schnittstelle Einstellungen am LMG310 vorgenommen werden.

ADDRESS: Bei der IEEE488 Schnittstelle kann unter diesem Punkt die Geräteadresse im Bereich von 1 bis 31 eingestellt werden.

EOS: Hier wird das Endezeichen einer Nachricht (end of string) bestimmt. Bei der IEEE488.2 sind <nul>, <cr>, <lf>, <cr><lf>, <etx>, <etb> und <eot> möglich. Die RS232 Schnittstelle unterstützt zusätzlich noch 'mode 1' und

'mode 2' (Siehe Kapitel Schnittstellen), die für die Benutzung mit einem Terminalprogramm gedacht sind.

BAUD RATE: Hiermit wird die Übertragungsrate der RS232 Schnittstelle eingestellt. 4800, 9600, 19200 und 38400 Baud sind möglich.

ECHO: Bei der RS232 sind 'on' oder 'off' auswählbar.
off: Die Eingabezeichen werden nicht zurückgesendet (kein echo).
on: Terminalbetrieb, die Eingabezeichen werden zurückgesendet (echo).

Speziell bei der Meß-Box-Version (Black Box) des LMG310 ist es sinnvoll, die Parameter der Schnittstelle nicht über ein Menü sondern extern per Schalter einzustellen. Für diesen Zweck sind auf der Rückseite des Gerätes 16 DIP-Schalter angebracht, die diese Aufgabe übernehmen. Eine genaue Beschreibung dieser Schalter befindet sich im Kapitel (Schnittstellen und Optionen).

6.7 Options Menü, weitere Einstellungen

In diesem Menü werden Einstellungen vorgenommen, die die Ein- und Ausgänge betreffen oder globale Geräteeinstellungen vornehmen. Softkeys von nicht eingebauten Optionen werden nicht angezeigt.

Limits: Unter diesem Punkt werden die Einstellungen für die Grenzwertausgänge gemacht:

VALUE: Hier wird die Größe ausgewählt, deren Wert überprüft werden soll.

LIMIT: Hier wird der konstante Grenzwert eingestellt.

COND: Mit diesem Softkey kann man das Schalten des Ausganges auf 4 Arten beeinflussen:

- on: Der Ausgang steht fest auf 'Alarm'.
- off: Der Ausgang steht fest auf 'kein Alarm'.
- <: Der Ausgang schaltet auf Alarm um, wenn die Größe kleiner ist als der konstante Grenzwert.
- >=: Der Ausgang schaltet auf Alarm um, wenn die Größe größer oder gleich dem konstanten Grenzwert ist.

EXIT: Verlassen des Menüs

Der Zustand 'Alarm' wird durch eine rote LED auf dem Bildschirm symbolisiert. In diesem Zustand ist der Ausgang hochohmig, da prinzipiell von einer Beschaltung nach dem 'fail-save'-Prinzip ausgegangen wird (Alle Fehler,

wie Leitungsbruch oder Ausfall des LMG310 sorgen für einen Alarm; siehe Kapitel 'Schnittstellen und Optionen').

Wenn im *Logging* Menü der Modus 'Event' gewählt wurde, bekommen die Ausgänge 9-16 eine zusätzliche Bedeutung. Dies wird durch eine schmale Umrandung angezeigt. Eine Datenaufzeichnung auf Speicherkarte oder Drucker findet dann in jedem Meßzyklus statt, in dem mindestens einer der Ausgänge 9-12 ('oder' Verknüpfung) oder alle Ausgänge 13-16 ('und' Verknüpfung) im Alarmzustand sind.

Inputs: Hier können Parameter für die Analog- sowie die Frequenzeingänge angegeben werden:

SCALE LOW: Diese Einstellung ist nur für die Analogeingänge möglich. Der eingegebene Wert wird angezeigt, wenn eine Spannung von 0V angelegt wird.

SCALE HIGH: Bei den Analogeingängen wird bei einer Eingangsspannung von 10V der eingegebene Wert angezeigt. Bei den Frequenzeingängen ist dieser Wert ein Skalierungswert (Multiplikator) für die gemessene Frequenz.

EXIT: Verlassen des Menüs

Beispiele: 1.) Mit dem 2. Frequenzeingang soll die Umdrehungszahl eines Motors in Umdrehungen pro Minute gemessen werden. Der eingesetzte Drehmomentgeber erzeugt 120 Impulse pro Umdrehung. Um aus der physikalisch anliegenden Frequenz diesen Wert zu berechnen, muß nach folgender Formel vorgegangen werden:

$$\text{Frequenz}/120*60 = \text{Frequenz} * 0.5$$

Dieser Wert von 0.5 muß mittels **SCALE HIGH** bei Fin2 eingegeben werden.

2.) Ein externer Meßumformer erzeugt aus einem Strom von 4...20mA eine Spannung von 0...10V, die mit dem LMG310 gemessen werden sollen. Um auf der Anzeige direkt den Wert des Stromes ablesen zu können, wird bei dem entsprechenden Meßkanal für den Nullpunktwert mit **SCALE LOW** der Wert 0.004 und für den Full-Scale-Wert mit **SCALE HIGH** der Wert 0.02 eingegeben. Das LMG310 errechnet daraus automatisch den richtigen Meßwert am Eingang des externen Meßumformers. Bei

einer Eingangsspannung von -10V würde ein Wert von -0.012 angezeigt. Mit den beiden Eingabewerten wird also eine Gerade beschrieben, die die Umrechnungsfunktion der Eingangsgröße zur Anzeigegröße beschreibt.

Die Digitaleingänge sind durch 6 symbolisierte Leuchtdioden dargestellt. Die Eingänge 3-6 werden nur dargestellt, die beiden anderen Eingänge haben eine spezielle Bedeutung:

Eingang 1: Eine logische '1' an diesem Eingang verhindert, daß die Limitverletzungen (siehe **Limits**) eine Datenaufzeichnung generieren.

Eingang 2: Eine logische '1' löst eine einmalige Datenaufzeichnung aus. Diese Funktion ist unabhängig von den Alarmausgängen, der Zykluszeit oder dem Eingang 1. Im *Logging* Menü muß aber der Modus auf 'Event' eingestellt sein und die Aufzeichnung muß generell mit *Write* oder *Print* freigegeben worden sein.

Output: Hier können Parameter für die Analogausgänge angegeben werden:

Value: Hier wird die Größe eingestellt, die ausgegeben werden soll.

SCALE LOW: Bei diesem Wert der auszugebenden Größe wird eine Spannung von 0V ausgegeben.

SCALE HIGH: Bei diesem Wert der auszugebenden Größe wird eine Spannung von 10V ausgegeben.

EXIT: Verlassen des Menüs

Beispiele: 1.) Mit dem 2. Analogausgang soll der Effektivwert der Spannung des 2. Kanals ausgegeben werden. Für eine gute Auflösung sollen $U_{2\text{trms}}=230\text{V}$ als 0V und $U_{2\text{trms}}=250\text{V}$ als 10V ausgegeben werden. Bei **SCALE LOW** ist demzufolge 230 und bei **SCALE HIGH** 250 einzugeben. Mit **Value** ist die Größe des 2. Ausganges auf U2TRMS einzustellen. Eine Spannung von 225V wird von dann als -2.5V ausgegeben.

Global Config: In diesem Menü werden grundlegende Systemeinstellungen vorgenommen:

Date: Hier kann das Systemdatum eingegeben werden. Das Format ist tt.mm.jj .

Time: Hier wird die Systemzeit im Format hh.mm.ss eingestellt.

Help Files: Hiermit kann ausgewählt werden, in welcher Sprache die Hilfen erscheinen: ENGLISH oder GERMAN.

Screen Saver: Um ein Einbrennen des Bildschirms zu vermeiden, kann ein Bildschirmschoner aktiviert werden. Die Zeit ist von

1min bis 60min einstellbar. Man erkennt den aktiven Bildschirmschoner an einem lilafarbenen Bildschirmrand. Durch Drücken einer beliebigen Taste wird der Bildschirmschoner zurückgesetzt.

Info: Mit diesem Softkey wird die Konfiguration des LMG310 angezeigt. Dieses Menü kann immer ausgedruckt werden, egal ob die Druckeroption installiert ist oder nicht.

INI: Mit Hilfe dieses Softkeys wird das gesamte System auf seine werkseitigen Standardwerte zurückgesetzt (initialisiert). Es erfolgt eine Sicherheitsabfrage, um versehentliches Zurücksetzen zu vermeiden.

Achtung!

Es werden auch alle Variablen, Shunteinstellungen und benutzerdefinierten Menüs gelöscht.

CFG Out: Die augenblicklichen Einstellungen des LMG310 (d.h. Meßzykluszeit, Meßbereiche, benutzerdefinierte Menüs, ...) können auf einer Speicherkarte abgelegt werden. Die Speicherkarte muß vor Betätigung dieser Taste eingelegt sein.

Quit: Abbrechen des Vorganges

Save: Speichern der Konfiguration unter dem gewählten Dateinamen und Memo.

Memo: Hier kann ein kurzer Text zur Erklärung der Konfiguration eingegeben werden, z.B. „Einstellungen für Labor“ oder „Konfiguration Herr Schulze“.

File: Der Dateiname kann entweder aus der angezeigten Liste der bereits vorhandenen Dateien ausgewählt oder mit **FILE** manuell über die Zehnertastatur eingegeben werden.

CFG In: In der Liste kann eine Datei ausgewählt werden. Das Memo-Feld zeigt einen entsprechenden Hilfstext zu jeder Datei an. Die Speicherkarte muß vor Betätigung dieser Taste eingelegt sein.

Quit: Abbrechen des Vorganges

Load: Laden der der Konfiguration.

OPTION SETUP: Es wird eine 35 stellige Zahl angezeigt. Diese repräsentiert die aktuelle Konfiguration des LMG310. Über EDIT kann eine von ZES gelieferte

Zahl eingegeben werden, mit der sich diese Konfiguration ändern läßt
(siehe 11.6 Nachrüsten von Optionen).

7 Technische Daten

7.1 Mechanische Daten

Gehäuse:	Tischgehäuse mit schwenk- und ausfahrbaren Tragegriff, der als Aufstellbügel genutzt werden kann
Anzeige:	9"-TFT- Display, Auflösung 640x480 Pixel
Bedienung:	Manuell über Tasten, extern über Interface IEEE488.2 oder RS232.
Bedientasten:	10 Softkeys (6 horizontal, 4 vertikal) 6 Tasten für Anzeige-Menüs 6 Tasten für Geräteeinstellungen (Setup) 12 Tasten für numerische Eingaben 1 Taste zum Öffnen und Schließen des Hilfe-Fensters 5 spezielle Tasten (Trigger, Stop, Freeze, Print, Write Card)
Speicherkarteneinschub:	Für Speicherkarten nach PCMCIA-Standard
Klimaklasse:	KYG nach DIN 40 040
Abmessungen:	440 x 230 x 460 mm , (Breite x Höhe x Tiefe)
Gewicht:	ca. 18 kg (abhängig von Optionen)

7.2 Elektrische Daten

Allgemeine elektrische Daten

Hilfsenergie:	230V \pm 15%, 45...400Hz, ca. 95VA (65W) Sicherung T3,15/250 5x20mm DIN 41 662
Schutzklasse:	I Meßeingänge mit verstärkter Isolierung für eine Nennspannung von $U_N=1000V$ entsprechend den Bestimmungen der Schutzklasse II
Schutzart:	IP 20 nach DIN 40050
Sicherheitsbestimmungen:	EN61010 (VDE 0411)
Elektromagnetische Verträglichkeit:	Funkentstörung nach VDE 0875, Störfestigkeit nach IEC 801-2/-4/-5
Arbeitstemperatur:	0...40°C
Lagertemperatur:	-20...50°C
Externe Synchronisation:	Potentialgetrennter Signaleingang für externe Synchronisation des Meßzyklus, potentialgetrennter Signalausgang zur Anzeige der aktiven Abtastzeit
Externer Start/Stop:	Potentialgetrennter Signaleingang für externe Triggerung (Start,Stop) zeitabhängiger Messungen, potentialgetrennter Signalausgang zur Anzeige der laufenden Integration.
Echtzeituhr:	Akkugepuffert

Genauigkeitsangaben

Allgemein:

Meßge- nauigkeit	± (% vom Meß-/Anzeigenwert + % vom Meßbereich)						
	DC	15...500Hz	0,5...50kHz	50...150kHz	150...250kHz	250...400kHz	400kHz...1MHz
Spannung	0,1 + 0,05	0,05 + 0,05	0,1 + 0,05	0,2 + 0,1	0,3 + 0,2	0,5 + 0,5	1,0 + 0,1 * (f-400kHz)/kHz
Strom	0,1 + 0,05	0,05 + 0,05	0,1 + 0,05	0,2 + 0,1	0,3 + 0,2	0,5 + 0,5	1,0 + 0,1 * (f-400kHz)/kHz
Wirkleistung	0,15 + 0,1	0,07 + 0,08	0,15 + 0,1	0,3 + 0,2	0,5 + 0,5	0,7 + 1,0	1,5 + 0,15 * (f-400kHz)/kHz

Die Meßgenauigkeiten gelten bei:

1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen.
2. Umgebungstemperatur 20 ... 25°C
3. Anwärmzeit 1h
4. Der Leistungsbereich ist das Produkt aus Strom- und Spannungsmeßbereich, $0 < \lambda \leq 1$
5. Kalibrierintervall 1 Jahr
6. Die Stromgenauigkeiten gelten auch für die externen Shunteingänge

Temperatureinfluß: Im Bereich von 20...25°C ist der Fehler durch Temperaturänderungen in obiger Tabelle berücksichtigt. Im Bereich von 0...20°C und von 25...40°C ist ein zusätzlicher Fehler von 0.01% vom Meßwert / K zu berücksichtigen.

Harmonische Analyse:

Für die harmonische Analyse gelten die gleichen Genauigkeitsangaben wie für Strom, Spannung oder Leistung. Dabei ist jeder Frequenzanteil separat zu gewichten.

Interne Zeitbasis:

Genauigkeit der internen Zeitbasis für Energiemessungen: ±25ppm

Drift der internen Zeitbasis: max. 5ppm/Jahr

Spannungsmeßbereiche:

Effektivwerte / V	1	3	10	30	100	300	1000
Spitzenwerte für Aussteuerung / V	2	6	20	60	200	600	2000
Auflösung / V	0,1m	0,1m	1m	1m	10m	10m	0,1

Crestfaktor: 8...2 bei $U_{\text{rms}}=25\text{...}100\%$ des gewählten Meßbereichs
 20...8 bei $U_{\text{rms}}=10\text{...}25\%$ des gewählten Meßbereichs

Überlastfestigkeit: 1500V dauernd, 2000V für 3 sec., 8kV für 1,2/50 μ s
 für alle Meßbereiche

Eingangswiderstand: >1,5M Ω || 50pF

Strommeßbereiche:

Effektivwert / A	3m	10m	30m	0,1	0,3	1	3	10	30
Spitzenwerte / A	6m	20m	60m	0,2	0,6	2	6	20	60
Auflösung / A	0.1 μ	1 μ	1 μ	10 μ	10 μ	0,1m	0,1m	1m	1m

Crestfaktor: 8...2 bei $I_{\text{rms}}=25\text{...}100\%$ des gewählten Meßbereichs
 20...8 bei $I_{\text{rms}}=10\text{...}25\%$ des gewählten Meßbereichs

Gleichtaktunterdrückung

Bereich	Frequenz	CMR ($U_{\text{cm}}=100\text{V}$)
1V	50Hz	135dB
1V	100kHz	105dB
1000V	50Hz	>160dB
1000V	100kHz	>160dB

3mA	50Hz	110dB
3mA	100kHz	70dB
30A	50Hz	>160dB
30A	100kHz	120dB

Überlastfestigkeit und Eingangswiderstand:

Meßbereich / A	3m	10m	30m	0,1	0,3	1	3	10	30
Überlastfestigkeit dauernd / A	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	35	35	35
Überlastfestigkeit für 3s / A	4	4	4	4	4	4	45	45	45
Innenwiderstand / Ω	5	5	5	0,3	0,3	0,3	0,01	0,01	0.01

Externe Strommeßbereiche:

Effektivwert / mV	15	50	150
Spitzenwerte / mV	30	100	300
Auflösung / mV	0.001	0.001	0.01

Crestfaktor: 8...2 bei $U_{rms}=25...100\%$ des gewählten Meßbereichs
 20...8 bei $U_{rms}=10...25\%$ des gewählten Meßbereichs

Überlastfestigkeit: 3V dauernd

Eingangswiderstand: >1,5M Ω

Wirkleistungsbereiche:

Aus den Kombinationen der eingebauten Strom-/Spannungsmessbereiche, ergeben sich die folgenden Wirkleistungsmessbereiche:

	1V	3V	10V	30V	100V	300V	1000V
3mA	0.003W	0.009W	0.03W	0.09W	0.3W	0.9W	3W
10mA	0.01W	0.03W	0.1W	0.3W	1W	3W	10W

30mA	0.03W	0.09W	0.3W	0.9W	3W	9W	30W
100mA	0.1W	0.3W	1W	3W	10W	30W	100W
300mA	0.3W	0.9W	3W	9W	30W	90W	300W
1A	1W	3W	10W	30W	100W	300W	1000W
3A	3W	9W	30W	90W	300W	900W	3000W
10A	10W	30W	100W	300W	1000W	3000W	10000W
30A	30W	90W	300W	900W	3000W	9000W	30000W

Die Auflösung der angezeigten Werte reicht, je nach Meßbereich und Meßwert, von 0.1mW bis 1W (Skalierungsfaktoren 1.000). Mit Hilfe der Skalierungsfaktoren für den Strom-, Spannungs- und Shuntspannungseingang von jeweils 0.00001m bis 99.999k sind Leistungsanzeigebereiche von 0,3aW ($0.3 \cdot 10^{-18} \text{W}$) bis 300TW ($300 \cdot 10^{12} \text{W}$) möglich.

Prüfspannungen:

Prüfspannung in kV	Kanal 1		Kanal 2		Kanal 3		IF31	IO31	SP31	Gehäuse
	U	I	U	I	U	I				
Versorgung	5	5	5	5	5	5	1,35	1,35	1,35	1,35
Gehäuse	5	5	5	5	5	5	0.5	0.5	0.5	
SP31	5	5	5	5	5	5	0.5	0.5		
IO31	5	5	5	5	5	5	0.5			
IF31	5	5	5	5	5	5				
Kanal 3	I	5	5	5	5	5				
	U	5	5	5	5					
Kanal 2	I	5	5	5						
	U	5	5							
Kanal 1	I	5								

Die Durchführung der Spannungsprüfung hat gemäß EN61010 (VDE0411) zu erfolgen.

Zusätzlich ist zu beachten:

Bei den Kanälen 1 bis 3 sind für die Durchführung des Hochspannungstests folgende Punkte zu beachten:

- Die beiden Spannungsbuchsen des jeweiligen Kanales müssen kurzgeschlossen sein!
- Die 4 Buchsen für die Strommessung (I, I* und die beiden Anschlüsse für die externen Shunts) des jeweiligen Kanales müssen kurzgeschlossen sein!

Bei der Rechnerschnittstelle IF31 ist für die Durchführung des Hochspannungstests folgendes zu beachten:

- Der Erdungskontakt der IEEE Schnittstelle muß **immer offen** bleiben.
- Für den Test gegen andere Komponenten sind die Kontakte aller Buchsen miteinander und untereinander zu verbinden und somit kurzzuschließen.
- Die beiden Schnittstellenbuchsen werden untereinander mit jeweils 500V getestet. Dabei sind alle Kontakte **der jeweiligen Buchsen** kurzzuschließen.

Bei der Prozeßsignalschnittstelle IO31 ist für die Durchführung des Hochspannungstests folgendes zu beachten:

- Für den Test gegen andere Komponenten sind die Kontakte aller Buchsen miteinander und untereinander zu verbinden und somit kurzzuschließen.
- Zusätzlich werden die verschiedenen potentialgetrennten Schaltungsgruppen (wie in Kapitel 8 beschrieben) untereinander mit jeweils 500V getestet. Dabei sind alle Kontakte **der jeweiligen Schaltungsgruppe** kurzzuschließen.

Bei dem Signalprozessoreinschub SP31 ist für die Durchführung des Hochspannungstests folgendes zu beachten:

- Alle Kontakte der Buchse 'Sync.' sind kurzzuschließen.

Der Netzschalter des LMG310 muß für Tests gegen die Versorgung auf ON stehen, das Meßgerät darf aber nicht mit dem Versorgungsnetz verbunden sein. Die beiden Versorgungsleitungen sind kurzzuschließen. **Achtung!** Die Versorgungsleitungen sind durch Varistoren mit einer Ansprech-Spannung von ca. 275V versehen.

Meßbereichswahl: Kann automatisch, manuell oder ferngesteuert unabhängig für jeden Strom- und Spannungskanal erfolgen. Bei automatischer Bereichswahl ist der gemessene Spitzenwert das Umschaltkriterium.

Aussteuerungsanzeige: Für jeden Strom- und Spannungskanal befindet sich im linken Teil der Statuszeile des Monitors eine

	Balkenanzeige zur Erkennung von Über- und Untersteuerung.
Potentialtrennung:	Strom und Spannungspfad dürfen untereinander und gegen Erde nach EN61010 (VDE 0411) mit jeweils 1500V floaten.
Meßverfahren:	Simultane Abtastung aller Strom- und Spannungseingänge mit A/D-Umsetzung der Momentanwerte.
Meßzyklus:	Für die Messung der Wirkleistung sowie der Effektivwerte von Strom, Spannung sind die Meßzykluszeiten 100ms, 200ms, 500ms, 1s, 2s, 5s, 10s, 30s oder 60s wählbar.
Synchronisation:	Die Synchronisation der Messung ist auf ein beliebiges Meßsignal, das Netz oder ein externes Signal möglich.
Mittelung:	Lineare Mittelung von 1, 2, 4, 8 oder 16 Meßzyklen unter Verwendung eines "sliding window", d.h. es wird jeweils über die letzten n Werte gemittelt. Bei Eintreffen eines neuen Meßwertes wird der jeweils älteste aus der Reihe der Mittelungswerte entfernt.
Übrige Größen:	Aus den Größen Spannung, Strom und Wirkleistung werden alle übrigen Größen ermittelt. Genauigkeit bzw. Fehlergrenzen der aus U,I,P abgeleiteten Größen ergeben sich aus dem funktionalen Zusammenhang (z.B.: $S=I \times U$, $\Delta S/S=\Delta I/I + \Delta U/U$)
Frequenzmessung:	0,07Hz...250kHz $\pm 0,01\%$ vom Meßwert, Meßkanal (=Synchronisationsquelle) frei wählbar
Meßschaltungen:	
1-phasig, 2-Draht	1 \emptyset 2w
1(2)-phasig, 3-Draht	1(2) \emptyset 3w

3-phasig, 4-Draht	$3\varnothing 4w$
3(2)-phasig, 3-Draht, 2-Wattmeter-Methode, Aron-Schaltung	$3(2)\varnothing 3w 2m$
3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Δ Dreieckschaltung	$3\varnothing 3w 3m \Delta$
3-phasig, 3-Draht, 3-Wattmeter-Methode, Y Sternschaltung	$3\varnothing 3w 3m Y$
Verkettete Größen	Ströme und Spannungen können in Stern- und/oder Dreieckschaltung angeschlossen werden. Die Umrechnung in die andere Schaltung erfolgt automatisch.

Anzeige von Meß- und Rechengrößen:

Darstellung	Mit normgerechter Abkürzung der elektrischen Größe und Angabe der Phase oder Phasenverkettung und Dimension, 5-stellig (0...99999 Digits), mit Vorzeichen, Dezimalpunkt und nachgestelltem Einheitenpräfix (z.B. $I_{2trms/A} 0.7385m$) 4 bis 30 Größen gleichzeitig auf dem Bildschirm darstellbar, aufrufbar mit Tasten für Anzeige-Menues oder mit Taste für vom Anwender definierte Menues (max. 10 User-Menues möglich).
Direkte Meß- und Rechengrößen	
Spannung (U)/Strom (I)	Effektivwert, pos./neg./abs. Spitzenwerte, Gleichrichtwert, Gleichanteil, Wechselspannungsanteil, Formfaktor, Crestfaktor
Leistung	Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, Phasenwinkel Leistungsfaktor(λ)

Scheinwiderstand	Betrag Parallelersatzschaltung: Realteil, Imaginärteil Reihenersatzschaltung: Realteil, Imaginärteil
Integrierte und von der Meßzeit abhängige Größen	Steuerung der Meßzeit manuell über Start-, Stop-Taste, automatisch über Start- und Stoppzeit, mit externem Trigger oder fernsteuerbar über Rechnerschnittstelle
Energie, Ladung	Wirkenergie, Blindenergie, Scheinenergie, Ladung
Datum und Zeit, Meßzeiten	Aktuelles Datum (Tag, Monat, Jahr) mit Uhrzeit (Stunden, Minuten, Sekunden), akkugepufferte Echtzeituhr. Startzeit für Messung, laufende Meßzeit, Soll-Meßdauer, Einschaltzeit, Meßzeiten jeweils mit Tag, Stunden, Minuten, Sekunden
Einstellbare Parameter	Skalierungsfaktoren für externe Shunts, Strom- und Spannungswandler, Grundlast(Standby-Leistung)
Sonstiges	Winkel zwischen Phasenspannungen und zwischen Phasenströmen, Fresnel-(Zeiger-)Diagramm, Betrag und Phase der Oberschwingungen von Strom, Spannung und Leistung, Formeleditor mit bis zu 8 Variablen, THD, THF, HVF, HDF

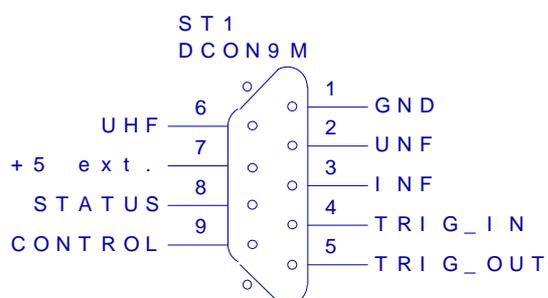
8 Schnittstellen und Optionen

8.1 Signalprozessor-Einschub SP31

Dieser Einschub steuert die Meßzyklen und wertet die Meßdaten rechnerisch aus.

8.1.1 Synchronisation (Sync)

Über diesen 9-poligen Sub-D-Stecker werden einerseits Signale zur Steuerung eingespeist, andererseits Informationen über interne Betriebszustände ausgegeben.



Pin 1: GND, Bezugspotential (Masse) für alle Signale.

Pin 2: UNF:
Niederfrequenter Spannungseingang 0.1Hz...250Hz
0.1Hz...100Hz: min 1V max 50V
100Hz...250Hz: min 5V

Pin 3: INF:
Niederfrequenter Stromeingang 0.1Hz...500Hz
0.1Hz...100Hz: min 1mA max 1.5A
100Hz...300Hz: min 5mA
300Hz...400Hz: min 10mA
400Hz...500Hz: min 20mA

Pin 6: UHF:
Hochfrequenter Spannungseingang DC...250kHz

HC-MOS Pegel, Schaltschwelle $+2.5V \pm 1V$ Hysterese, max 30V
UHF kann wegen der DC Kopplung als inhibit für UNF/INF benutzt werden.

Über einen dieser drei Eingänge wird das LMG310 extern synchronisiert. Dies ist dann nötig, wenn intern keines der Meßsignale sich zur Synchronisation eignet. Synchronisiert wird auf die negativen Flanken des angelegten Signals. Es darf immer nur einer der drei möglichen Eingänge benutzt werden. Die beiden anderen müssen offen bleiben!
Außerdem ist im Menü Measure die externe Synchronisation zu wählen.

Pin 4: TRIG_IN

Im unbeschalteten Zustand wird dieser Eingang durch einen internen Pull-Up Widerstand auf HIGH-Pegel gelegt.

Normaler Modus:

Nach Freigabe im Menü *Measuring* wird durch einen LOW-Pegel der Start der Messung verzögert (RESET) und die Mittelung zurückgesetzt. Nach der positiven Triggerflanke wird der nächste positive Nulldurchgang des Synchronisationssignales zum Starten der eigentlichen Messung (Meßphase) verwendet.

Transientenmodus:

Der Pin ist immer aktiviert. Ein LOW-Pegel (bei UND-Verknüpfung bzw. eine negative Flanke bei ODER-Verknüpfung) wird als Triggerereignis interpretiert.

Pin 5: TRIG_OUT

Normaler Modus:

Aktiv HIGH während der Meßphase des Meßzyklus.

Transientenmodus:

Direkte Ausgabe der Triggerbedingungen (aktiv LOW) im 'externen' Modus;
Ausgabe von 1ms Impulsen in allen anderen Modi.

Pin 7: +5 ext.

Hilfsspannungsausgang mit +5V für Pull-Up Widerstände oder Hilfsschaltungen zur Signalaufbereitung. (Maximal 5mA; $R_i = 47\Omega$).

Pin 8: STATUS

Normaler Modus:

Status der Integralmessung: LOW bei angehaltener Messung, HIGH bei laufender Messung.

Transientenmodus:

Status der Transientenaufzeichnung: LOW bei Reset und Stop, HIGH bei Search, Record.

Pin 9: CONTROL

Im unbeschalteten Zustand wird dieser Eingang durch einen internen Pull-Up Widerstand auf HIGH-Pegel gelegt.

Normaler Modus:

Mit LOW wird die Integration angehalten, mit HIGH fortgesetzt.

Wurde der Pin im Menü Measure freigegeben, wird mit LOW-Pegel zusätzlich der Zyklus und die Mittelung zurückgesetzt.

Transientenmodus:

Reset bei LOW-Pegel, Start der Messung bei HIGH-Pegel.

Die Eingänge UHF, TRIG_IN und CONTROL sowie die Ausgänge TRIG_OUT und STATUS arbeiten mit 5V HC-MOS Pegeln.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Zustände der Ein- und Ausgänge noch einmal verkürzt zusammen:

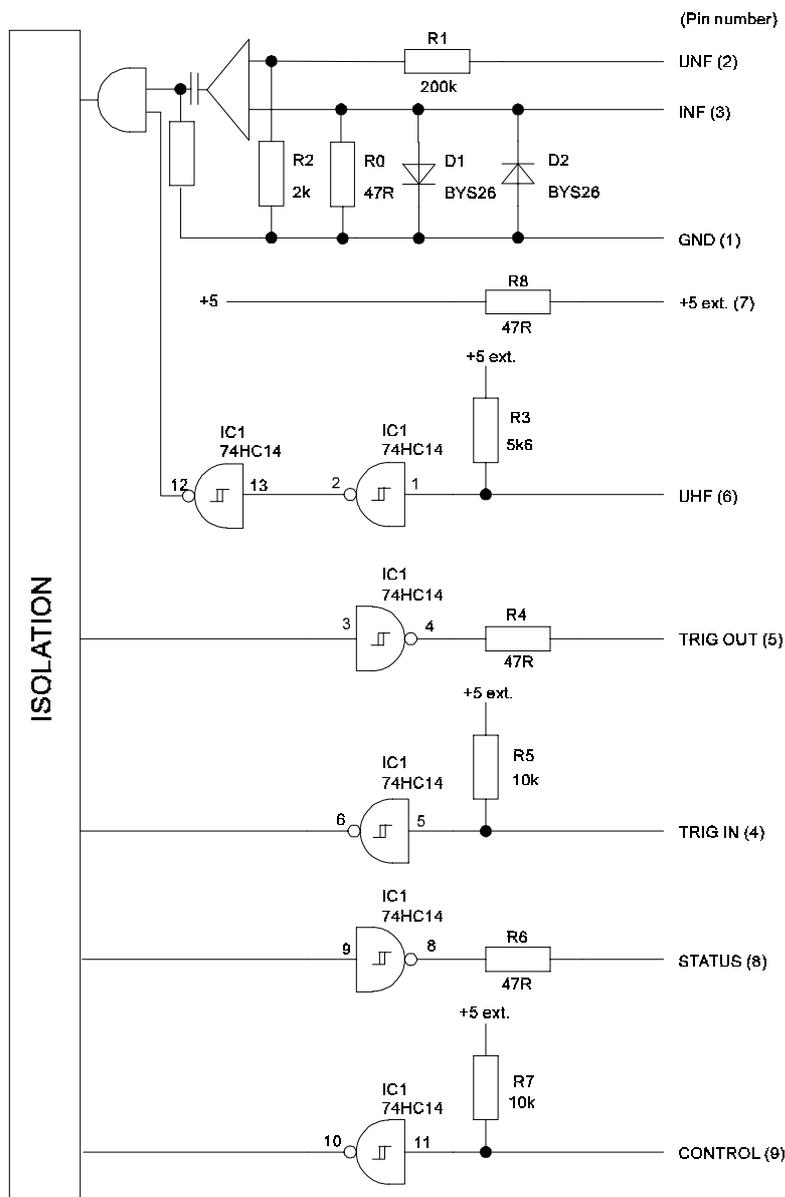
Eingänge		Ausgänge		Bemerkung
TRIG_IN	CONTROL	TRIG_OUT	STATUS	
1	1	x	y	Messung, Integration läuft
1	0	x	0	Messung, Integration gestoppt
1	0->1	x	y	Messung, Reset der Mittelung, Freigabe und Start der Integration
0	z	0	0	Keine Messung, keine Integration, Zyklus angehalten

x: 0 oder 1, je nach Zustand des Meßzyklus

y: 0 oder 1, je nach Zustand der Integration

z: 0 oder 1

Ausgänge		
TRIG_OUT	STATUS	Bemerkung
0	y	Synchronisierungsphase, warten
1	y	Meßphase
x	0	Integration gestoppt
x	1	Integration läuft



Synchronisation mehrerer LMG310

Wenn man mehrerer LMG310 synchron arbeiten lassen möchte, muß ein Gerät als Master, alle anderen Geräte als Slave konfiguriert sein. Beim Master muß man den 'continuous measuring mode' (mittels **Mode**) im *Measuring* Menü auswählen. Weiterhin muß hier die Zykluszeit eingestellt werden. Bei den Slaves muß die gleiche Zykluszeit eingestellt werden, mit **Mode** aber der 'single measuring mode'. Zusätzlich muß der externe Triggereingang freigegeben werden (mit **Extern Trig.**).

Über die 'Sync.' Buchse werden alle LMG310 miteinander verbunden. GND (Pin 1) wird bei allen Geräten gemeinsam angeschlossen. 'Trig. Out' des Masters (Pin 5) und 'Trig. In' aller Slaves (Pin 4) müssen ebenfalls verbunden werden.

Die Zyklen beider Meßgeräte laufen nun synchron, die exakte Meßzeit hängt aber von den angelegten Signalen ab siehe auch 9.2.7 „Master Slave Betrieb LMG310“.

8.1.2 PCIF, Schnelle RS232 Schnittstelle für Abtastwerte (Option)

Über diese Schnittstelle werden die Abtastwerte (u, i und p) des LMG310 direkt an einen PC übertragen. Dazu wird eine spezielle Software mitgeliefert, die die Werte vom Meßgerät anfordert und auf dem PC als Datei ablegt. Das Datenformat dieser Datei ist identisch mit dem Format der Dateien auf Speicherkarte.

Die Software erlaubt es, 1-9 frei wählbare Meßkanäle zu speichern. Bei jedem Meßkanal kann zusätzlich die Anzahl der Abtastwerte und der Startpunkt für die Übertragung festgelegt werden.

Das Verbindungskabel zwischen PC und LMG310 ist ein 1:1 durchverbundenenes Kabel ohne Nullmodem. Alle Pins an der 9poligen SUB-D-Buchse des LMG310 müssen angeschlossen sein.

8.2 Rechner-Schnittstellen-Einschub IF31 (Option)

Dieser Einschub verbindet das LMG310 mit einem externen Rechner über eine der Schnittstellen. Durch die Verbindung können sowohl Meßwerte übertragen, als auch das LMG310 gesteuert werden. Zur Unterstützung der Programmierung der IEEE488.2 und RS232 Schnittstelle kann von ZES ein Treiber für LabView (National Instruments) bezogen werden.

Datenformate:**Sendung vom Rechner zum LMG310**

Aufbau des Datenfeldes:

Alle ausgetauschten Daten entsprechen dem ASCII-Code 20h-7Fh. Jede Kette von Eingabezeichen (String) besteht aus einer oder mehreren Unterketten (Substrings), die durch ein ";" getrennt sind, wobei zusammen maximal 128 Eingabezeichen zulässig sind.

Jeder String hat folgende Form:

"S1;S2;...SnE" (" nicht eingeben)

Sx = Substring Nummer x

E = EOS-Zeichen zur Kennzeichnung des Stringendes.

Jeder Substring hat folgende Form:

"BMBIB" (" nicht eingeben)

B = Kein oder mehrere Leerzeichen (Blank, Space) möglich.

M = Kennzeichnung der gewünschten Aktion, bestehend aus 4 Zeichen. Hierbei können Groß- und Kleinbuchstaben gemischt verwendet werden. Innerhalb der Kennung sind keine Leerzeichen erlaubt. Die einzelnen Kennungen sind in den untenstehenden Tabellen aufgeführt.

I = Eingabezeichenkette bei Eingaben. Die entsprechenden Formate der Eingaben sind gesondert beschrieben.

Funktionen der Substrings:

- a) Anforderung einer Ausgabe. In diesem Fall besteht der Substring nur aus der Kennung. Das LMG310 sendet den angeforderten Wert zurück.

Bsp: Anforderung: "UTR1" Rücksendung: "sUTR1+2.3274E+02"

s = Statusbyte

Das Standard Fließkommaformat der Ausgabe besteht aus 11 Zeichen:

Vorzeichen, 1 Ziffer vor Dezimalpunkt, '.', 4 Nachkommastellen, 'E', Vorzeichen, 2 Stellen Exponent ('±x.xxxxE±yy').

- b) Eingeben von Parametern. Es folgt auf die Kennung die Eingabekette. Eingaben können in beliebigem Zahlenformat gemacht werden:

mit oder ohne Vorzeichen

mit oder ohne Dezimalpunkt (mindestens eine Ziffer vor Punkt)

mit oder ohne Exponent "E" oder "e"

mit oder ohne Vorzeichen des Exponenten

Der akzeptierte Wertebereich ist abhängig vom jeweiligen Parameter und ist gleich dem Wertebereich bei der manuellen Eingabe.

Bsp.: "RSU15.0" scaling U1 auf 5.0 setzen.

Innerhalb der Eingabe dürfen keine Leerzeichen gesetzt werden. Als Abstand zwischen Kennung und Eingabe sind jedoch Leerzeichen erlaubt.

- c) Ausführen eines Kommandos. Hier wird nur die Kennung gesendet (wie bei der Ausgabe), es erfolgt jedoch keine Rücksendung.

Bsp.: "MRST".

Leeres Datenfeld:

Wird ein leeres Datenfeld gesendet (RS232 nur EOS), so wird das letzte eingegebene Datenfeld noch einmal ausgewertet. Dadurch wird die Ansprechzeit des Gerätes bei sich wiederholenden Meßwertabfragen gesteigert.

Sendung von LMG310

Aufbau des Datenfeldes:

Das erste Zeichen ist das Statusbyte 's'. Es gibt den Zustand des Gerätes wieder. Bei speziellen Zuständen (Reset Bit rückgesetzt) wird das Statusbyte alleine ausgegeben (siehe 'Anmerkungen').

Ansonsten folgen auf das Statusbyte die angeforderten Ausgabewerte.

Für jede Ausgabeanforderung wird ein Substring aufgebaut. Alle Substrings werden durch ";" getrennt. Jeder Substring besteht aus der Wiederholung der Eingabekennung mit Großbuchstaben, gefolgt von dem Ausgabewert im jeweiligen Datenformat. Die Zahl der Stellen ist in den Tabellen angegeben. Vor der Zahl wird noch das Vorzeichen ausgegeben. Die Gesamtzahl der Ausgabezeichen ist auf 128 begrenzt.

Bsp.: Anforderung: "RSU15.0;UTR1" Ausgabe: "sUTR1+1.1643E+04"

Spezielles Zeichen '@'

Dieses Zeichen ist ein spezielles Kommando, welches vom LMG310 mit einem '@' beantwortet wird. Der Sinn liegt darin, eine Antwort vom LMG310 zu bekommen, wenn man Setzkommandos schickt. Z.B. bekommt man auf die Kommandofolge 'RAU13;@' die Antwort '@'.

Bearbeitungszeit

Pro Substring muß außer der Datenübertragungszeit eine Bearbeitungszeit von 2 - 8ms veranschlagt werden.

Fehlermeldungen

Wenn ein Fehler in einem Eingabesubstring festgestellt wird, so wird für diesen Substring eine Fehlermeldung ausgegeben. Die Fehlermeldung ist: "!xx,yy"

"!": Kennzeichnung für Fehlermeldung

"xx": Nummer des Eingabesubstrings 01..nn, bei dem ein Fehler erkannt wurde.

Bei Fehlern, die die gesamte Ein- oder Ausgabe betreffen (z.B. Fehler: zu viele Eingabezeichen), so besteht die komplette Ausgabe nur aus der Fehlermeldung, wobei dann die Nummer xx = 00 ist.

"yy": Fehlernummer

Fehlernummern yy:

Nr.	Bedeutung	Felerbits des IEEE488.2-ESR
Allgemeine Fehler:		
01	Interner Fehler	DDE
02	Zu viele Eingabezeichen (Nummer xx = 00)	CME
03	Zu viele Ausgabezeichen (Nummer xx = 00)	QYE
04	Kennung unvollständig	CME
05	Kennung unbekannt	CME
06	Kennung wird von diesem Gerät nicht unterstützt	CME
Eingabefehler:		
10	Keine Eingabe erlaubt (Nur Ausgabe möglich)	EXE
11	Keine Eingabe erlaubt (Read-Only/Local Mode)	EXE
12	Keine Eingabe erlaubt (Local Communication Mode)	EXE
13	Eingabe enthält falsche Zeichen	CME
14	Eingabewert ausserhalb des erlaubten Bereiches	EXE
15	Eingabe nicht angenommen (z.B. wegen speziellem Gerätestatus, fehlenden Optionen)	EXE
16	Zahl der Eingabezeichen ist nicht korrekt	CME
Ausgabefehler:		
20	Keine Ausgabe erlaubt (Nur Eingabe möglich)	EXE
21	Ausgabe ausserhalb des Darstellungsbereiches (z.B. Overflow)	EXE
22	Ausgabe nicht möglich (z.B. wegen speziellem Gerätestatus, Einschub fehlt oder Meßwert undefiniert)	EXE
Kommandofehler		
30	Kommando nicht erlaubt (Local Mode)	CME
31	Kommando nicht erlaubt (Read Only Mode)	CME
32	Kommando nicht erlaubt (Local Communication Mode)	CME
33	Kommando nicht erlaubt (Option nicht vorhanden)	CME

Bsp.: Eingabe: "RSU15.0;UTR1;I1"

Ausgabe: "sUTR1+1.1643E+04;!03,04" (I1 statt ITR1)

8.2.1 Kennungen

Die Kennungen M zum Ansprechen der einzelnen Werte/Aktionen sind in verschiedene Gruppen unterteilt, die sich im 1. Buchstaben unterscheiden:

1. Buchstabe	Bedeutung
A	Analog I/O
D	Digital I/O
E	Energie + Steuerung Integral
F	Filtereinstellungen / Flickermessung
G	Globale Steuerung
H	Harmonische Analyse
I	Ströme
J	Bewertung harmonische Analyse (Judge)
L	Verkettete Werte
M	Meßeinstellungen / Bewertungseinstellungen
O	Optionen
P	Leistungen
R	Bereichswerte
T	Transientenmodus
U	Spannungen
V	Globale Variablen/Meßwerte / Versionskennungen
Z	Widerstände/Leitwerte

Der ✓ im Feld Eingabe zeigt an, daß die Kennung entweder mit einem Wert ausgegeben werden kann, was eine Einstellung im LMG310 zur Folge hat, oder allein gesendet werden kann. Im letzteren Fall wird als Antwort die aktuelle Einstellung gesendet. Kennungen ohne den Haken sind reine Abfragewerte.

8.2.1.1 Kennungen Analog I/O

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
AIH1-4	Analog Input HIGH-Skalierung	✓	Fließkomma
AIL1-4	Analog Input LOW Skalierung	✓	Fließkomma
AIN1-4	Analoger Eingangswert		Fließkomma
AIAV	Analogeingänge verfügbar?		3stellige Zahl 0-255, als Byte interpretieren Bit 7,6: In 4 Bit 5,4: In 3 Bit 3,2: In 2 Bit 1,0: In 1 Jeweils: 00 4-20mA 01 0-20mA 10 0-10V 11 0-10V
AOX1-8	Wert, der auf den Ausgängen ausgegeben werden soll	✓	4 Zeichen Kennung laut diesen Tabellen z.B. UTR1 für Effektivwert 1. Kanal
AOH1-8	Analog Output HIGH Skalierung	✓	Fließkomma
AOL1-8	Analog Output LOW-Skalierung	✓	Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
AOAV	Analogausgänge verfügbar?		3stellige Zahl 0-015, als Byte interpretieren Bit 3=1: Ausgang 7,8 vorhanden Bit 2=1: Ausgang 5,6 vorhanden Bit 1=1: Ausgang 3,4 vorhanden Bit 0=1: Ausgang 1,2 vorhanden
ASET	Übernehmen der Setzwerte		

Die gemachten Einstellungen werden erst mit dem Kommando ASET in das Gerät übernommen.

8.2.1.2 Kennungen Digital I/O

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
DFH1 DFH2	Frequenz Skalierung	✓	Fließkomma
DFQ1 DFQ2	Frequenzwert		Fließkomma
DFAV	Frequenzeingänge vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' Frequenz/Richtung vorhanden '2' nicht vorhanden '3' 2 Frequenzeingänge vorhanden
DI01-16	Wert, dessen Grenze überwacht werden soll	✓	4 Zeichen Kennung laut diesen Tabellen z.B. UTR1 für Effektivwert 1. Kanal
DL01-16	Grenzwert	✓	Fließkomma
DM01-16	Grenzwertbedingung	✓	0: off 1: >= 2: < 3: on
DOAV	Digitalausgänge vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
DOS1	Status Digitalausgänge		3stellige Zahl 0-255, als Byte interpretieren Bit 7=1: Ausgang 8 aktiv Bit 6=1: Ausgang 7 aktiv Bit 5=1: Ausgang 6 aktiv Bit 4=1: Ausgang 5 aktiv Bit 3=1: Ausgang 4 aktiv Bit 2=1: Ausgang 3 aktiv Bit 1=1: Ausgang 2 aktiv Bit 0=1: Ausgang 1 aktiv
DOS2	Status Digitalausgänge		3stellige Zahl 0-255, als Byte interpretieren Bit 7=1: Ausgang 16 aktiv Bit 6=1: Ausgang 15 aktiv Bit 5=1: Ausgang 14 aktiv Bit 4=1: Ausgang 13 aktiv Bit 3=1: Ausgang 12 aktiv Bit 2=1: Ausgang 11 aktiv Bit 1=1: Ausgang 10 aktiv Bit 0=1: Ausgang 9 aktiv

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
DIST	Status der Digitaleingänge		3stellige Zahl 0-255, als Byte interpretieren Bit 7=0 Bit 6=0 Bit 5=1: Eingang 6 aktiv Bit 4=1: Eingang 5 aktiv Bit 3=1: Eingang 4 aktiv Bit 2=1: Eingang 3 aktiv Bit 1=1: Eingang 2 aktiv Bit 0=1: Eingang 1 aktiv
DSET	Übernahme der Setzwerte		

Die gemachten Einstellungen werden erst mit dem Kommando DSET in das Gerät übernommen.

8.2.1.3 Kennungen Integral-Werte

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
EAC1 EAC2 EAC3	Wirkenergie		Fließkomma
EACS	Summe Wirkenergie		Fließkomma
ERE1 ERE2 ERE3	Blindenergie		Fließkomma
ERES	Summe Blindenergie		Fließkomma
EAP1 EAP2 EAP3	Scheinenergie		Fließkomma
EAPS	Summe Scheinenergie		Fließkomma
ECH1 ECH2 ECH3	Ladung		Fließkomma
ECHS	Summe Ladung		Fließkomma
EPM1 EPM2 EPM3	mittlere Wirkleistung		Fließkomma
EPMS	mittlere Summen- Wirkleistung		Fließkomma
EQM1 EQM2 EQM3	mittlere Blindleistung		Fließkomma
EQMS	mittlere Summen- Blindleistung		Fließkomma
ESM1 ESM2 ESM3	mittlere Scheinleistung		Fließkomma
ESMS	mittlere Summen- Scheinleistung		Fließkomma
EIM1 EIM2 EIM3	mittlerer Strom		Fließkomma
EIMS	mittlerer Summen- Strom		Fließkomma
ELR1 ELR2 ELR3	Loadrate		Fließkomma 0-100%

8.2.1.4 Kennungen Steuerbefehle Integral

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
ECLR	Rücksetzen der Integration		
ERUN	Start/Wiederaufnahme der Integration		
ESTP	Stop der Integration		
ESTA	Status der Integration ausgeben		'0' Off '1' Reset '2' Stop '3' Wait '4' Running continue '5' Running interval '6' frei, nicht benutzen! '7' Runtime Overflow
EMOD	Integrationsmodus	✓	'0' Off '1' Continue '2' Time interval '3' Until endtime '4' periodic interval
ESTE	Startzeit ein/aus	✓	'0' inactive '1' active
EPS1 EPS2 EPS3	Standby-Leistung	✓	0 - ±9.9999E+6
ESTD	Start Zeit/Datum	✓	yymddhhmmss Eingabe mit beliebigen Trennzeichen außer ',' möglich, 12 Ziffern immer erforderlich.
EETD	End Zeit/Datum	✓	yymddhhmmss Eingabe mit beliebigen Trennzeichen außer ',' möglich, 12 Ziffern immer erforderlich.
EIVA	Intervallzeit	✓	Alle Ein- und Ausgaben erfolgen in Sekunden. Max 3600s/h*24h/d*100d-1s = 8639999s. Ausgabe immer mit 7 Stellen
ERTI	Run-Time ausgeben		Fließkomma in s, update nach jedem Meßzyklus, Auflösung 10ms.
EOT1 EOT2 EOT3	On-Time ausgeben		Fließkomma in s, update nach jedem Meßzyklus, Auflösung 10ms.
EBSY	Busy, d.h. $P > P_{sby}$		Biteingabe, 3 Bit; Wert 0-7 jeweils 1=busy Bit 2: Kanal 3 busy Bit 1: Kanal 2 busy Bit 0: Kanal 1 busy

8.2.1.5 Kennungen Steuerbefehle Filter / Flickermessung

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
FPS1 FPS2 FPS3	Kurzzeitflickerpegel Pst		Fließkomma
FPL1 FPL2 FPL3	Langzeitflickerpegel PIt		Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
FPM1 FPM2 FPM3	Momentaner Flickerpegel, gemittelt über 100ms		Fließkomma
FRNG	Messbereich der Spannungsschwankungen	✓	'0' 0.3% '1' 1.0% '2' 3.0% '3' 10.0%
FRST	(Re)Start der Flickermessung	✓	
FSTP	Stop der Flickermessung	✓	
FSTA	Status der Flickermessung		'0' Stop '1' Wait '2' Running
FPRR	Aktuelle Periodenzahl		0-99
FPRS	Setzwert Periodenzahl	✓	0-99
FSTR	Aktuelle Short time		7 Stellen, 0-86399s
FSTS	Setzwert Short time	✓	7 Stellen, 0-86399s
FLTR	Aktuelle Long time		7 Stellen, 0-8639999s
FLTS	Setzwert Long time		7 Stellen, 0-8639999s
FUT1 FUT2 FUT3	Halbwelleneffektivwert Spannung, gemittelt über 100ms		Fließkomma
FIT1 FIT2 FIT3	Halbwelleneffektivwert Strom, gemittelt über 100ms		Fließkomma
FDX1 FDX2 FDX3	dmax nach EN61000-3-3		Fließkomma
FDC1 FDC2 FDC3	dc nach EN61000-3-3		Fließkomma
FHU0 FHU1 FHU2 FHU3 FHU4 FHU5 FHU6 FHU7 FHU8 FHU9	Halbwelleneffektivwert U, erster bis zehnter Wert innerhalb von 100ms, jeweils von allen 3 Kanälen gleichzeitig FHU0 liefert von U1, U2 und U3 die jeweils ersten Werte aus einem 100ms Intervall.		6 Byte pro Meßwert, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren: MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse Dieses Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Mantisse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445
FHI0 FHI1 FHI2 FHI3 FHI4 FHI5 FHI6 FHI7 FHI8 FHI9	Halbwelleneffektivwert I, erster bis zehnter Wert innerhalb von 100ms, jeweils von allen 3 Kanälen gleichzeitig FHI0 liefert von I1, I2 und I3 die jeweils ersten Werte aus einem 100ms Intervall.		6 Byte pro Meßwert, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren: MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse Dieses Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Mantisse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
FMO0 FMO1 FMO2 FMO3 FMO4 FMO5 FMO6 FMO7 FMO8 FMO9	Pmom, erster bis zehnter Wert innerhalb von 100ms, jeweils von allen 3 Kanälen gleichzeitig FMO0 liefert von U1, U2 und U3 die jeweils ersten Momentanwerte aus einem 100ms Intervall.		6 Byte pro Meßwert, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren: MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent mit zur Basis 2 Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse Dieses Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Mantisse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445
FENA	Filter aktiv?	✓	Biteingabe, 3Bit; Wert '0'-'7' jeweils 1:aktiv, 0:inaktiv Bit 2: Filter für U3/I3 Bit 1: Filter für U2/I2 Bit 0: Filter für U1/I1
FMOD	Filtermodus	✓	'0' Automatische Grundwellenfrequenz '1' Manuelle Frequenzeingabe '2' Grenzfrequenz = 1/2 Abtastfrequenz
FFRQ	Filterfrequenz	✓	Eingabe: Filterfrequenz von 0.1Hz bis 50kHz Ausgabe: momentane Filterfrequenz

8.2.1.6 Kennungen Globale Einstellungen

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
GDRF	Display refresh		
GWIR	Wiring	✓	'0' Wiring 1+2;3 '1' Wiring 1+2+3 '2' Wiring U*, I* '3' Wiring U Δ , I Δ '4' Wiring U Δ , I* '5' Wiring U Δ , I Δ
GTIM	Datum und Zeit	✓	yymmddhhmmss Eingabe mit beliebigen Trennzeichen außer ',' möglich, 12 Ziffern immer erforderlich.
GUKT	Verwendung der Taste TRIGGER	✓	'0' inaktiv '1' aktiv
GUEX	Verwendung der ext. Triggereingänge	✓	'0' inaktiv '1' aktiv
GEX1	Abfrage externer Triggereingang TRIG_IN		0: aktiv (LOW) 1: inaktiv (HIGH)
GEX2	Abfrage externer Triggereingang CONTROL		0: aktiv (LOW) 1: inaktiv (HIGH)
GRPC	Wiederholende Ausgabe nach jedem Zyklus		
GRPA	Einmalige Ausgabe nach Ablauf der Mittelung nach Triggerung des Meßzyklus		BSP: MCYM1; MAVN3; MRST; GRPA; UTR1
GRPE	Wiederholende Ausgabe nach dem Ende der Energiemessung im 'periodic interval' Modus		
GRPT	Wiederholende Ausgabe bei Auftreten eines Transienten nach Beenden der Aufzeichnung		

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
GREM	Umschalten auf Remote rd + wr. Im Gerät sind die Softkeys und Tasten 'TRIGGER', 'STOP' deaktiviert. Anzeige 'Remote' erscheint in Statuszeile. Ohne Remote ist keine Eingabe von der Schnittstelle möglich!		
GLOC	Umschalten auf Remote rd. Eingaben von der Schnittstelle werden jetzt nicht mehr angenommen. Alle Menüs werden mit den neuesten Parametern geladen. Die Bildschirm-darstellung wird aktualisiert.		
GMOD	Gerätemodus	✓	'0': Normaler Modus '1': Harmonischer Modus '2': Transientenmodus '3': Flickermodus
GKBM	Simuliert einen Tastendruck auf der Tastatur des LMG310	✓	'D' Default 'V' Voltage 'C' Current 'P' Power 'E' Energy 'U' Graph (User def. bei einigen älteren Geräten) 'M' Measuring 'R' Ranges 'I' Integral 'L' Logging 'B' Bus (If) 'O' Options 'W' Write Card 'T' Trigger 'S' Stop '*' Print 'F' Freeze '0..9', '-', '.' Zehnerblock
GKBS	Simuliert einen Tastendruck auf den Softkeys des LMG310	✓	Die horizontalen Softkeys werden von links nach rechts mit '1' bis '6' angesprochen, die vertikalen von oben nach unten mit '7' bis '0'.

Bemerkung zu den Befehlen GRPC, GRPA, GRPE und GRPT:

Der Repeatmodus wird automatisch bei Empfang einer neuen Datenkette zurückgesetzt. Es ist immer nur ein Modus aktiv (bei mehreren Kennungen innerhalb einer Befehlskette entscheidet der letzte).

Mit den Kommandos GKBM und GKBS kann man z.B. eine Formel in den Formeleditor eingeben.

Simulation von Tastendrücken

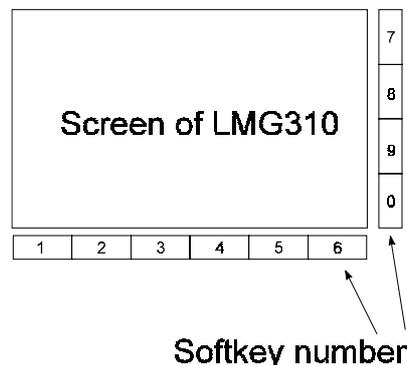
GKBM[MENÜ Buchstabe]

Beispiel: GKBM M Öffnet das *Measuring* Menü.

GKBM0 Öffnet das benutzerdefinierte Menü 0.

GKBS[Softkey#] mit Softkey# "1"..."0"

Die nachfolgenden Einstellungen können nicht durchgeführt werden, wenn das LMG310 im „Remote“ Status ist. Es ist auch keine Fehlerabfrage und -behandlung möglich, weshalb bei der Programmierung besondere Sorgfalt nötig ist.



Nachfolgendes Beispiel zeigt, wie die Formel „VAR1=SIN(P1)“ eingegeben wird:

GKBM0	Gehe in benutzerdefiniertes Menü
GKBS1	Setzmodus
GKBS3	Formeleditor
GKBS4	Ändere F(x)
GKBS8	Ändere Ziffernblock auf „M“... „X“
GKBM1	Eingabe 'S'
GKBS7	Ändere Ziffernblock auf „A“... „L“
GKBM3	Eingabe 'I'
GKBS8	Ändere Ziffernblock auf „M“... „X“
GKBM8	Eingabe 'N'
GKBS9	Ändere Ziffernblock auf „Y“... „^2“
GKBM0	Eingabe '('
GKBS8	Ändere Ziffernblock auf „M“... „X“
GKBM4	Eingabe 'P'
GKBS0	Ändere Ziffernblock auf „0“... „9“
GKBM1	Eingabe '1'
GKBS9	Ändere Ziffernblock auf „Y“... „^2“
GKBM.	Eingabe ')'
GKBS2	ENTER Formeleditor
GKBS2	ENTER Setzmodus

8.2.1.7 Kennungen Harmonische Analyse

Angesichts der über 1600 Meßwerte wird hier nur die Zusammensetzung der Kennungen dargestellt. Auf eine tabellarische Darstellung wurde verzichtet.

Alle Kennungen der harmonischen Analyse beginnen mit 'H'.

Das 2. Zeichen gibt an, welche Größe ausgewählt wird:

2. Zeichen	Bedeutung
'A'	Sonderkennung, siehe unten
'B'	<p>Fordert die entsprechende Strom-Harmonische von allen drei Kanälen gleichzeitig an. Die Werte kommen als 6 Byte pro Meßkanal, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren:</p> <p>MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse</p> <p>Diess Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Manitsse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445</p>
'C'	<p>Fordert die entsprechende Spannungs-Harmonische von allen drei Kanälen gleichzeitig an. Die Werte kommen als 6 Byte pro Meßkanal, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren:</p> <p>MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse</p> <p>Diess Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Manitsse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445</p>
'D'	Betrag I Kanal 1
'E'	Betrag I Kanal 2
'F'	Betrag I Kanal 3
'G'	Betrag U Kanal 1
'H'	Betrag U Kanal 2
'I'	Betrag U Kanal 3
'J'	Phase I Kanal 1
'K'	Phase I Kanal 2
'L'	Phase I Kanal 3
'M'	Phase U Kanal 1
'N'	Phase U Kanal 2
'O'	Phase U Kanal 3
'P'	HDF I Kanal 1
'Q'	HDF I Kanal 2
'R'	HDF I Kanal 3
'S'	HDF U Kanal 1
'T'	HDF U Kanal 2
'U'	HDF U Kanal 3
'V'	Phase UI Kanal 1
'W'	Phase UI Kanal 2
'X'	Phase UI Kanal 3
'Y'	S Kanal 1
'Z'	S Kanal 2
'0'	S Kanal 3
'1'	P Kanal 1
'2'	P Kanal 2
'3'	P Kanal 3
'4'	Q Kanal 1
'5'	Q Kanal 2

2. Zeichen	Bedeutung
'6'	Q Kanal 3
'7'	HDF P Kanal 1
'8'	HDF P Kanal 2
'9'	HDF P Kanal 3

Das 3. und 4. Zeichen gibt die Ordnungszahl der Harmonischen im Bereich vom '00' bis '49' an.

Beispiel: 'HV37': Betrag des Winkels zwischen Strom und Spannung der 37. Harmonischen von Kanal 1

Wenn als 2. Zeichen ein 'A' angegeben wird, gelten die folgenden Kennungen für das 3. Zeichen:

3. Zeichen	Bedeutung
A	THF Strom
B	THF Spannung
C	HCF Strom
D	HVF Spannung
T	THD Strom
U	THD Spannung
P	THD Leistung

Das 4. Zeichen gibt die Kanalnummer im Bereich von '1' bis '3' an.

Beispiel: 'HAU2': THD der Spannung des 2. Kanals

8.2.1.8 Kennungen Strom

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
IRE1 IRE2 IRE3	Gleichrichtwert		Fließkomma
IPN1 IPN2 IPN3	Minimaler Spitzenwert		Fließkomma
IPX1 IPX2 IPX3	Maximaler Spitzenwert		Fließkomma
IPK1 IPK2 IPK3	Betragsmax. Spitzenwert		Fließkomma
IPP1 IPP2 IPP3	Spitzen-Spitzenwert		Fließkomma
ICF1 ICF2 ICF3	Crestfaktor		Fließkomma
IFF1 IFF2 IFF3	Formfaktor		Fließkomma
IDC1 IDC2 IDC3	Mittelwert		Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
ITR1 ITR2 ITR3	Echt-Effektivwert		Fließkomma
IAC1 IAC2 IAC3	Effektivwert aller Wechselanteile		Fließkomma
ITRS	Summenstrom		Fließkomma
IMO1 IMO2 IMO3	Aussteuerung Strom. '127' entspricht 100%		3 Stellen ASCII '000' - '127'

8.2.1.9 Kennungen der Bewertung der harmonische Analyse

Hier wird nur die Zusammensetzung der Kennungen dargestellt. Auf eine tabellarische Darstellung wurde verzichtet.

Alle Kennungen der Bewertung der harmonischen Analyse beginnen mit 'J'.

Das 2. Zeichen gibt an, welche Größe ausgewählt wird:

2. Zeichen	Bedeutung
'A'	Grenzwert I1
'B'	Grenzwert I2
'C'	Grenzwert I3
'D'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal I1
'E'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal I2
'F'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal I3
'G'	Grenzwert U1
'H'	Grenzwert U2
'I'	Grenzwert U3
'J'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal U1
'K'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal U2
'L'	Verhältnis Meßwert zu Grenzwert in % Kanal U3
'M'	<p>Fordert die entsprechende Strom-Grenzwerte von allen drei Kanälen gleichzeitig an. Die Werte kommen als 6 Byte pro Meßkanal, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl.</p> <p>Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren:</p> <p>MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse</p> <p>Dieses Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Mantisse statt 23 Bit.</p> <p>40B893h entspricht 5.7679445</p>

'N'	<p>Fordert die entsprechende Spannungs-Genzwerte von allen drei Kanälen gleichzeitig an. Die Werte kommen als 6 Byte pro Meßkanal, kodiert als ASCII Zahl, zu interpretieren als IEEE Fließkommazahl. Beispiel: Die Zeichenfolge '40B893' ist als Hex-Zahl 40B893h zu interpretieren:</p> <p>MSB: 1 Bit Vorzeichen 8 Bit Exponent zur Basis 2 mit Offset 127 15 Bit normalisierte Mantisse</p> <p>Diess Zahlenformat entspricht dem Standard IEEE Format, jedoch mit 15Bit Manitsse statt 23 Bit. 40B893h entspricht 5.7679445</p>
-----	--

Das 3. und 4. Zeichen gibt die Ordnungszahl der Harmonischen im Bereich vom '00' bis '49' an.

Beispiel: 'JC19': Grenzwert der 19. Harmonischen auf Kanal I3.

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
JSRC	Quelle des Fehlers bei der Spannungsbewertung		Biteingabe, 7Bit; Wert 0-127 jeweils 1:Fehler, 0:kein Fehler Bit 6: Voltage U3 Bit 5: Voltage U2 Bit 4: Voltage U1 Bit 3: Harmonics U3 Bit 2: Harmonics U2 Bit 1: Harmonics U1 Bit 0: Frequenz

8.2.1.10 Kennungen verketteter Werte

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
LUTA	TRMS-Wert Spannung U12		Fließkomma
LUTB	TRMS-Wert Spannung U23		Fließkomma
LUTC	TRMS-Wert Spannung U31		Fließkomma
LUTD	TRMS-Wert Spannung U1p		Fließkomma
LUTE	TRMS-Wert Spannung U2p		Fließkomma
LUTF	TRMS-Wert Spannung U3p		Fließkomma
LUTN	TRMS-Wert Spannung Nulleiterverschiebung		Fließkomma
LITA	TRMS-Wert Strom I12		Fließkomma
LITB	TRMS-Wert Strom I23		Fließkomma
LITC	TRMS-Wert Strom I31		Fließkomma
LITD	TRMS-Wert Strom I1p		Fließkomma
LITE	TRMS-Wert Strom I2p		Fließkomma
LITF	TRMS-Wert Strom I3p		Fließkomma
LITN	TRMS-Wert Strom im Nulleiter		Fließkomma
LPPA	Wirkleistung P12		Fließkomma
LPPB	Wirkleistung P23		Fließkomma
LPPC	Wirkleistung P31		Fließkomma
LPPD	Wirkleistung P1p		Fließkomma
LPPE	Wirkleistung P2p		Fließkomma
LPPF	Wirkleistung P3p		Fließkomma
LPPS	Summenwirkleistung		Fließkomma
LQPA	Blindleistung Q12		Fließkomma
LQPB	Blindleistung Q23		Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
LQPC	Blindleistung Q31		Fließkomma
LQPD	Blindleistung Q1p		Fließkomma
LQPE	Blindleistung Q2p		Fließkomma
LQPF	Blindleistung Q3p		Fließkomma
LQPS	Summenblindleistung		Fließkomma
LSPA	Scheinleistung S12		Fließkomma
LSPB	Scheinleistung S23		Fließkomma
LSPC	Scheinleistung S31		Fließkomma
LSPD	Scheinleistung S1p		Fließkomma
LSPE	Scheinleistung S2p		Fließkomma
LSPF	Scheinleistung S3p		Fließkomma
LSPS	Summenscheinleistung		Fließkomma
LPFA	Powerfaktor I12		Fließkomma
LPFB	Powerfaktor I23		Fließkomma
LPFC	Powerfaktor I31		Fließkomma
LPFD	Powerfaktor I1p		Fließkomma
LPFE	Powerfaktor I2p		Fließkomma
LPFF	Powerfaktor I3p		Fließkomma
LPFS	Gesamt-Powerfaktor		Fließkomma

8.2.1.11 Kennungen Steuerbefehle Meßzyklus

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
MRST	Restart Meßzyklus		Kommando, kein Rückgabewert
MCYT	Zeitbasis Meßzyklus	✓	'0' 100ms '1' 200ms (320ms im harmonischen Modus) '2' 500ms '3' 1s '4' 2s '5' 5s '6' 10s '7' 30s '8' 60s
MCYM	Modus Meßzyklus	✓	'0' continue '1' single
MAVN	Mittelungszahl	✓	'0' 1 Wert '1' 2 Werte '2' 4 Werte '3' 8 Werte '4' 16 Werte
MAVR	abgelaufene Mittelungszahl		"00" bis "16"
MSYN	Sync. Quelle	✓	'0' channels '1' extern '2' line
MSYC	Sync. Kanal	✓	Biteingabe, 6Bit; Wert 0-63 jeweils 1:on 0:off. Reihenfolge: U3,U2,U1,I3,I2,I1 BSP:MSYC23 Sync. auf: U2, I3, I2, I1
MMFQ	Minimale Frequenz für den aktuellen Zyklus		Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
MAVS	Status Mittelung / Zyklus		'0' Reset '1' Wait (Mittelung < MAVR) '2' Running (Mittelung = MAVR) '3' Stop '4' Running (Mittelung > MAVR)
MSYS	Sync. Status		'0' Async '1' Sync U1 '2' Sync U2 '3' Sync U3 '4' Sync I1 '5' Sync I2 '6' Sync I3 '7' Sync extern '8' Sync line
MJUD	Setzen der Grenzwertklasse	✓	'0' keine Klasse '1' Klasse A '2' Klasse B '3' Klasse C '4' Klasse D
MTHD	Berechnungsweise für THD, HDF	✓	'0' ac '1' trms '2' fundamental
MMIN	Untere Grenze für harmonische Werte in %	✓	Fließkommazahl: 0.1 bis 100.0

8.2.1.12 Kennungen Optionen

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
OPAV	Druckerschnittstelle vorhanden ?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OFAV	Filter vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OMAV	Speicherkarte vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OAAV	Prozeßsignal-Interface vorhanden ?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OLAV	Verkettete Werte vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OHAV	Harmonische Analyse vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OKAV	Flickermessung vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OSAV	Scopefunktion vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OTAV	Transientenfunktion vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden
OXAV	Externer Monitor vorhanden?		'0' nicht vorhanden '1' vorhanden

8.2.1.13 Kennungen Leistung

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
PAC1 PAC2 PAC3	Wirkleistung		Fließkomma
PCO1 PCO2 PCO3	Korrigierte Wirkleistung		Fließkomma
PCOS	Korrigierte Gesamtwirkleistung		Fließkomma
PRE1 PRE2 PRE3	Blindleistung		Fließkomma
PAP1 PAP2 PAP3	Scheinleistung		Fließkomma
PACS	Summe Wirkleistung		Fließkomma
PRES	Summe Blindleistung		Fließkomma
PAPS	Summe Scheinleistung		Fließkomma
PPF1 PPF2 PPF3	Power-Faktor		Fließkomma
PPFS	Gesamt-Power-Faktor		Fließkomma
PPH1 PPH2 PPH3	Phase φ in Grad		Fließkomma
PIC1 PIC2 PIC3	Phasenlage		0: nicht definiert 1: induktiv 2: kapazitiv
PPHS	Gesamtphase		Fließkomma

8.2.1.14 Kennungen Steuerbefehle Meßbereiche

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
RMU1 RMU2 RMU3	Modus Spannung	✓	'0' manuell '1' autorange
RMI1 RMI2 RMI3	Modus Strom	✓	'0' manuell '1' autorange
RSU1 RSU2 RSU3	Skalierung Spannung	✓	1e-07 bis 9.9999e+04
RSI1 RSI2 RSI3	Skalierung Strom	✓	1e-07 bis 9.9999e+04
RSH1 RSH2 RSH3	Wert des externen Shunt in Ohm	✓	1e-06 bis 1e+03
RAU1 RAU2 RAU3	Meßbereich Spannung	✓	'0' 1V '1' 3V '2' 10V '3' 30V '4' 100V '5' 300V '6' 1000V

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
RLU1 RLU2 RLU3	Kleinster erlaubter Meßbereich der Spannung in auto-range Betrieb	✓	'0' 1V '1' 3V '2' 10V '3' 30V '4' 100V '5' 300V '6' 1000V
RAI1 RAI2 RAI3	Meßbereich Strom	✓	'0' 3mA '1' 10mA '2' 30mA '3' 100mA '4' 300mA '5' 1A '6' 3A '7' 10A '8' 30A '9' Ext. Shunt 15mV '10' Ext. Shunt 50mV '11' Ext. Shunt 150mV
RLI1 RLI2 RLI3	Kleinster erlaubter Meßbereich des Stromes im auto-range Betrieb	✓	'0' 3mA '1' 10mA '2' 30mA '3' 100mA '4' 300mA '5' 1A '6' 3A '7' 10A '8' 30A

8.2.1.15 Kennungen Transienten

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
TMOD	Moduseinstellung	✓	'0': ext.out '1': counter '2': single '3': repeat
TREC	Aufzeichnungsdauer	✓	'0': 250ms '1': 500ms '2': 1s '3': 2s '4': 5s '5': 10s '6': 30s '7': 60s
TPRE	Pre-Trigger	✓	'0': 0% '1': 25% '2': 50% '3': 75% '4': 100%
TTEX	Verknüpfungsart von Ext-In mit Kanälen	✓	'0': OR '1': AND
TTCH	Verknüpfungsart der Kanäle	✓	'0': OR '1': AND

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
TEV1 TEV2 TEV3	Eventverknüpfungen mit 1: 'slew rate', 2: 'time out', 3: Funktion, +: ODER, *: UND	✓	'0': off '1': 1 '2': 2 '3': 3 '4': 1+2 '5': 1+3 '6': 2+3 '7': 1*3 '8': 1*3+2 '9': 1+3+2
TIN1 TIN2 TIN3	Wahl des Eingangs	✓	'0': Spannung '1': Strom '2': Leistung
TSR1 TSR2 TSR3	'slew rate' in V/ms	✓	Fließkomma -1.0e9...+1.0e9
TTO1 TTO2 TTO3	'time out' in % von der Aufzeichnungsdauer	✓	Fließkomma 0.0%...100.0%
TFU1 TFU2 TFU3	Funktion der Überwachung	✓	'0': 'window in' '1': 'window out' '2': 'overlim' '3': 'underlim' '4': 'no+slope' '5': 'no-slope'
TUL1 TUL2 TUL3	Oberer Grenzwert, maximal 2000V*Skalierung (max. 100.000)	✓	Fließkomma -2e8...+2e8
TLL1 TLL2 TLL3	Unterer Grenzwert, maximal 2000V*Skalierung (max. 100.000)	✓	Fließkomma -2e8...+2e8
TDU1 TDU2 TDU3	Dauer der Funktion in % von der Aufzeichnungsdauer	✓	Fließkomma 0.0%...100.0%
TSTP	Stop der Transientenüberwachung		
TRES	Reset der Zähler		
TSEA	Beginn der Transientenüberwachung		
TTRG	'Manuelle' Auslösung des Triggers		
TCT1 TCT2 TCT3	Transientenzähler Kanal 1-3		4 Stellen ASCII plus Vorzeichen '-9999' - '+9999'
TCTX	Transientenzähler externer Eingang		4 Stellen ASCII plus Vorzeichen '-9999' - '+9999'
TCTS	Transientenzähler Gesamt ereignis		4 Stellen ASCII plus Vorzeichen '-9999' - '+9999'
TSTA	Status der Überwachung		'0': Reset '1': Search '2': Record '3': Stop

8.2.1.16 Kennungen Spannungen

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
URE1 URE2 URE3	Gleichrichtwert		Fließkomma
UPN1 UPN2 UPN3	Minimaler Spitzenwert		Fließkomma
UPX1 UPX2 UPX3	Maximaler Spitzenwert		Fließkomma
UPK1 UPK2 UPK3	Betragsmax. Spitzenwert		Fließkomma
UPP1 UPP2 UPP3	Spitzen-Spitzenwert		Fließkomma
UCF1 UCF2 UCF3	Crestfaktor		Fließkomma
UFF1 UFF2 UFF3	Formfaktor		Fließkomma
UDC1 UDC2 UDC3	Mittelwert		Fließkomma
UTR1 UTR2 UTR3	Echt-Effektivwert		Fließkomma
UAC1 UAC2 UAC3	Effektivwert aller Wechselanteile		Fließkomma
UTRM	Mittlere Spannung		Fließkomma
UMO1 UMO2 UMO3	Aussteuerung Spannung. '127' entspricht 100%		3 Stellen ASCII '000' - '127'

8.2.1.17 Kennungen Globale Variablen/Versionskennungen

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
VIDN	Geräteidentifikation: 'ZES,LMG310,0,0' wird zurückgegeben		ZES,LMG310,0,0
VISN	Seriennummer des Gerätes		10 Zeichen ASCII
VSWS	Softwareversion SP31		yymmdd
VSWP	Softwareversion PC31		yymmdd
VSWD	Softwareversion DSP		yymmdd
VSWI	Softwareversion IF31		yymmdd
VSWE	Softwareversion IO31		yymmdd
VFRQ	Frequenz der Sync-Quelle		Fließkomma

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
VVA1 VVA2 VVA3 VVA4 VVA5 VVA6 VVA7 VVA8	Variablen des Formeleditors		Fließkomma
VCU1 VCU2 VCU3	Wert des Graphen an der Cursorposition		Fließkomma

8.2.1.18 Kennungen Widerstands/Leitwert

Kennung	Bedeutung	Eingabe	Format
ZZA1 ZZA2 ZZA3	Scheinwiderstand		Fließkomma
ZZY1 ZZY2 ZZY3	Scheinleitwert		Fließkomma
ZRS1 ZRS2 ZRS3	Wirkwiderstand seriell		Fließkomma
ZGP1 ZGP2 ZGP3	Wirkleitwert parallel		Fließkomma
ZXS1 ZXS2 ZXS3	Blindwiderstand seriell		Fließkomma
ZBP1 ZBP2 ZBP3	Blindleitwert parallel		Fließkomma

Bsp.: Abfrage Datum und Uhrzeit

Eingabe: 'GTIM' Ausgabe: 'sGTIM930429142353'

Eingabe Datum und Uhrzeit

Eingabe: 'GTIM930312135600 ' Ausgabe: keine

Anmerkungen:

Statusbyte s:

Das Statusbyte s steht vor jeder Sendung vom LMG310 zum PC als 1. Zeichen und besteht aus folgenden Bits:

Bit 7-5: 010

Bit 4-2: Zustand der Schnittstelle und des Gerätes:

000 : Local Mode (Das Statusbyte ist immer 40h = "@")

- 001 : Local Communication Mode
- 010 : Manuelle Bedienung möglich, Schnittst. nur Lesen local
- 011 : Manuelle Bedienung möglich, Schnittst. Schreiben+Lesen local
- 100 : Manuelle Bedienung gesperrt, Schnittst. nur Lesen remote
- 101 : Manuelle Bedienung gesperrt, Schnittst Schreiben+Lesen remote
- 110 : -
- 111 : Gerät nicht frei (Nur bei RS232 <enq>)

Bit 1-0: Sonderzustände:

- 00 : Reset (Power up) aufgetreten
- 01 : Austritt aus Local Communication Mode
- 10 : Normalbetrieb, kein Alarm
- 11 : Normalbetrieb, Alarm

Das Statusbyte wird selbständig bei folgenden Zuständen ausgegeben:

- Reset (Power up)
- Änderung der Schnittstellenparameter im Menü Bus(If)
- Eintritt in den Setzmodus per Tastatur (local communication mode)
- Austritt aus dem Setzmodus per Tastatur

Definitionen:

- Remote/Local:

Sonderzustände.

Wenn das Gerät gerade über die Tastatur eingestellt wird (Setzmodus (Local Communication Mode)), kann über die Schnittstelle kein Wert geändert werden. Bei Eingaben wird deshalb Fehler Nr. 12 zurückgegeben.

Um über die Schnittstelle einen Wert zu ändern, muß zuerst die Kennung GREM (Remote Modus) gesendet werden, danach die zu ändernden Werte. Als Abschluß wird durch GLOC die normale Betriebsart wieder aufgerufen. Während des Remote Modus wird in der Statuszeile des LMG310 'Remote' angezeigt. Solange sind alle Softkeys sowie die Tasten 'TRIGGER' und 'STOP' gesperrt.

Die Anzeige der Einstellungen auf dem Geräteschirm wird erst beim Verlassen des Remote-Modus aktualisiert (Kommando 'GLOC').

- Stand by Mode:

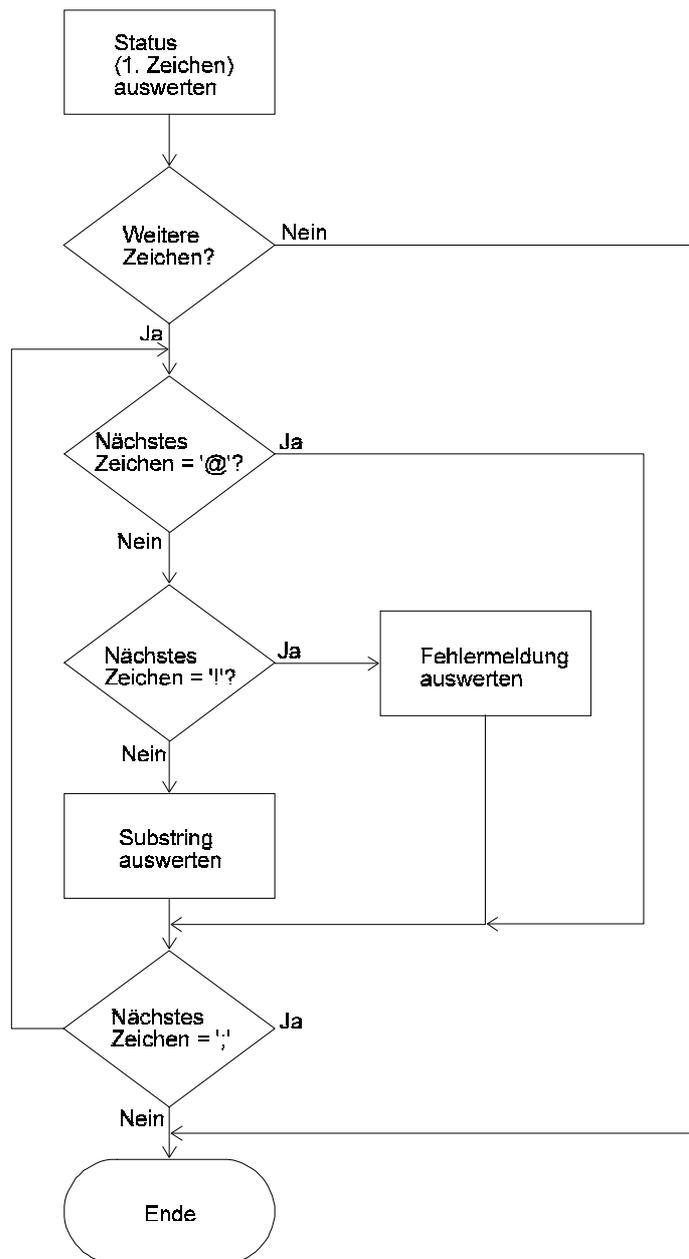
Die Schnittstelle ist aktiv, aber es ist kein Lesen oder Schreiben möglich. Dieser Mode ist

über die Tasten im Menü Bus(If) einstellbar. Alle Eingaben vom Master werden nur mit dem Statusbyte 40h-43h beantwortet.

- Local Communication Mode:
Der Benutzer ist im Setzmodus, d.h. es werden gerade Parameter geändert. Über die Schnittstelle können keine Parameter geändert werden.
- Reset Zustände:
Die Kombinationen 00 und 01 der Bits 0 und 1 sind schwerwiegende Betriebsstörungen und werden deshalb sofort gemeldet mit rückgesetztem Bit 1. Nach Ausgabe des Statusbytes wird das Bit 1 wieder auf 1 gesetzt und damit wieder der Normalbetrieb angezeigt.
- Sonderkennung "@":
Die Kennung "@" (nur ein Zeichen) kann in die Eingabe eingefügt werden wie eine normale Kennung (getrennt durch ";"). Sie wird von dem LMG310 wieder mit "@" beantwortet. Folgende Funktionen sind dadurch möglich:
 - Wird nur diese Kennung gesendet (Datenkette besteht nur aus diesem Zeichen), so wird zurückgegeben: "Statusbyte @" (2 Zeichen). Es ist so eine einfache Abfrage des Statusbytes möglich. (Bei RS232 auch direkt durch <enq>).
 - Durch Einfügen in eine Datenkette, die nur Eingabeparameter enthält, wird die Eingabe durch das Statusbyte bestätigt. Normalerweise wird bei Eingaben vom Modul keine Rückmeldung (außer bei Fehlern) gesendet. Durch Senden von "@" kann jetzt mit der nächsten Datenkette gewartet werden bis die Rückmeldung kommt.
 - Durch Einfügen in eine Datenkette mit Ausgabeanforderung kann die Ausgabekette mit "@" an verschiedenen Stellen markiert werden zur leichteren Auswertung der Ausgabedaten.

Auswertung der Empfangsdaten:

Es empfiehlt sich, die empfangenen Daten nach folgendem Programmablaufplan auszuwerten:



8.2.2 RS232

Definitionen der RS232 Schnittstelle:

- Kontrollzeichen:

Es werden die Steuerzeichen $\langle bs \rangle = 08h$, $\langle enq \rangle = 05h$ und $\langle can \rangle = 18h$ ausgewertet. Bei $\langle bs \rangle$ wird der Eingabezeiger um eine Stelle zurückgesetzt, um das letzte Zeichen ändern zu können (z.B. bei direktem Anschluß eines Terminals). Durch $\langle enq \rangle$ kann das Statusbyte

- zusätzlich abgerufen werden. Dies ist zu jeder Zeit möglich (auch im HDX-Modus). Im Statusbyte ist Bit 4-2 auf 111 gesetzt, wenn das Gerät zur Zeit keine Daten aufnehmen kann (Letzte Eingabe noch nicht ausgewertet). Durch <can> kann die Eingabe gelöscht werden und der Eingabezeiger wird zurückgesetzt. Bei Erkennung des Endezeichens (EOS) wird die Eingabezeichenkette ausgewertet. Alle anderen Steuerzeichen (<20h) werden ohne Wertung im Echo on Mode direkt zurückgesendet.
- Fehlererkennung:
Wenn durch das Gerät ein Empfangsfehler erkannt wurde (Übertragungsfehler), so wird das Zeichen verworfen und im Full-Duplex Mode das Zeichen <nak> zurückgesendet. Der PC kann das Zeichen wiederholen oder besser durch <can> die komplette Zeichenkette neu eingeben. Ebenfalls kann der PC durch Vergleich des zurückgesendeten Zeichens im FDX-Mode mit dem gesendeten Zeichen einen Übertragungsfehler erkennen. Bei Überschreitung der maximalen Zahl von Eingabezeichen wird im Full-Duplex Mode nicht das Eingabezeichen, sondern das Kontrollzeichen <bel> = 07H zurückgesandt, um den Benutzer auf den gefüllten Zeichenpuffer aufmerksam zu machen. Bei direktem Anschluß eines Terminals ertönt in diesem Fall ein Ton. Ebenfalls wird anstelle des Originalzeichens ein <bel> zurückgesandt, wenn die Schnittstelle zur Zeit keine weiteren Zeichen aufnehmen kann (letzte Eingabe wurde noch nicht komplett ausgewertet).
 - Echo on Mode:
Alle Eingabezeichen werden direkt zum Rechner zurückgesendet. Dadurch ist eine Fehlererkennung durch den PC möglich.
 - Echo off Mode:
Es wird kein Eingabezeichen (außer Statusbyte bei Anforderung durch <enq>) rückgesendet.
 - Stand by Mode:
Das Interface ist aktiv und befindet sich automatisch im Echo off Mode. Nur das Statusbyte ist durch <enq> abrufbar, alle anderen Zeichen werden ignoriert.
 - Anschlußbelegung:
Der Anschluß erfolgt über eine 9 poligen SUB-D Buchse. Die Belegung ist:
2: TxD Sendedaten
3: RxD Empfangsdaten
5: Ground
Als Kabel ist ein 1:1 Kabel ohne Nullmodemfunktion zu benutzen.

- Endezeichen

Als Endezeichen sind folgende Zeichen einstellbar:

<nul> = 00h

<cr> = 0Dh

<lf> = 0Ah

<cr><lf> = 0Dh, 0Ah

<etx> = 03h

<etb> = 17h

<eot> = 04h

mode 1 = Bei Eingabe <cr>, bei Ausgabe <cr><lf>

mode 2 = Bei Eingabe <cr>, mit Echo <cr><lf>, Bei Ausgabe <cr><lf>. Dadurch ist ein direkter Anschluß eines Terminals möglich.

- Datenformat

Die Daten werden im Format 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Stopbit ohne Parität gesendet und empfangen (8N1).

8.2.2.1 Beispiel

Das nachfolgende Beispiel ist in Quick-Basic geschrieben und sollte auf jedem PC laufen:

```
' QBasic 1.1
' Example for reading data from a LMG310
' LMG310 should be set to following:
' MEASURING Menu:
' Normal measuring mode, 500ms cycle time
' Bus (IF) Menu:
' IF TYP: RS232
' IF MODE: remote rd+wr
' EOS: <lf>
' BAUD RATE: 9600
' ECHO: off
' Connect COM1 of your PC to RS232 of LMG310 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, "grem" + CHR$(10);          ' Remote enable
SLEEP 1
PRINT #1, "GRPC;UTR1;ITR1" + CHR$(10); ' Continue output, Request U1trms
```

```

                                ' and l1trms
DO
  answer$ = readans$
  state$ = LEFT$(answer$, 1)
  id1$ = MID$(answer$, 2, 4)
  val1 = VAL(MID$(answer$, 6))
  id2$ = MID$(answer$, INSTR(6, answer$, ";") + 1, 4)
  val2 = VAL(MID$(answer$, INSTR(6, answer$, ";") + 5))
  PRINT USING "Answer:& State:& ID1:& Val1:###.### ID2:& Val2:###.###"; answer$; state$;
id1$; val1; id2$; val2
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)          ' Loop, until SPACE bar pressed
PRINT #1, "GLOC" + CHR$(10);        ' Stop continue output, 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

```

8.2.3 IEEE488-Schnittstelle

8.2.3.1 Grundlagen

Der IEEE-Bus (GPIB) basiert auf Entwicklungen der Firma Hewlett-Packard. Im Jahre 1975 wurde der Entwurf unter der Bezeichnung IEEE488 genormt. Zwei Jahre später ist die europäische Norm IEC625-1 veröffentlicht worden. Beide sind zueinander äquivalent, bis auf den Stecker. Dabei verwendet die europäische Norm einen 25poligen Stecker, die amerikanische Norm einen 24poligen Stecker (ebenso wie das LMG310). Im Handel sind jedoch Adapterstecker erhältlich, so daß unterschiedliche Geräte in einem Bussystem eingesetzt werden können.

Man unterscheidet zwischen drei verschiedenen an den IEEE-Bus angeschlossenen Gerätetypen: Talker, Listener und Contoller. Bei nur zwei Geräten arbeitet eines als Talker (to talk = sprechen), das andere als Listener (to listen = hören). Werden mehrere Geräte angeschlossen, so wird zusätzlich ein Controller nötig, der die Funktion des jeweiligen

Talkers/Listeners festlegt. Es darf nur ein Talker am Bus aktiv sein, da sich sonst die Schnittstellendaten überlagern würden.

Nicht jedes Gerät besitzt die Talker- und Listenereigenschaft nebeneinander wie z.B die ZES-Meßgeräte LMG90 und LMG310. Einige Geräte können nur als Listener (Drucker) oder Talker (Lochstreifenleser) adressiert werden.

Die Anzahl der Geräte, die an den IEEE-Bus angeschlossen werden können, hängt von deren Stromaufnahme ab. Der Treiber muß laut Norm mindestens 48mA zur Verfügung stellen, so daß bei einer Stromaufnahme von $\leq 3,2\text{mA}$ mindestens 15 Geräte angeschlossen werden können (bei geringerer Stromaufnahme entsprechend mehr). Um die verschiedenen Geräte ansprechen zu können, werden Adressen von 1..31 vergeben.

Datenleitungen und Übergabeleitungen DAV, NRFD und NDAC

Die Datenübertragung erfolgt bitparallel und byteseriell über acht Datenleitungen, verwendet wird dabei der ASCII-7Bit Code. Drei Übergabeleitungen (DAV, NRFD, NDAC) kontrollieren die Übertragung im Dreidraht-Handshake Verfahren.

Steuerleitungen ATN, IFC, SRQ, REN und EOI

Die fünf Steuerleitungen des IEEE-Busses arbeiten unabhängig von den Übergabeleitungen und legen den Betriebszustand der Schnittstelle fest.

- ATN
Diese Leitung wird vom angeschlossenen Controller gesteuert. Sie zeigt den IEEE-Geräten an ob Daten oder Befehle übertragen werden.
- IFC
Aktiviert der Controller diese Leitung, so werden alle Schnittstellen der angeschlossenen Geräte in einen definierten Grundzustand gesetzt.
- SRQ
Diese Leitung wird von dem Gerät aktiviert, welches Daten zu übertragen hat. Es setzt dazu diese Leitung auf logisch "1", so daß der Controller des IEEE-Busses reagieren kann. Dieser ermittelt zunächst die Adresse des rufenden Gerätes und adressiert es anschließend als aktiven Talker.
- REN
Der Controller aktiviert diese Leitung um alle an den Bus angeschlossenen Geräte in den

Fernsteuerzustand zu stellen. Die Geräte können dann nur noch über die IEEE-Schnittstelle gesteuert werden.

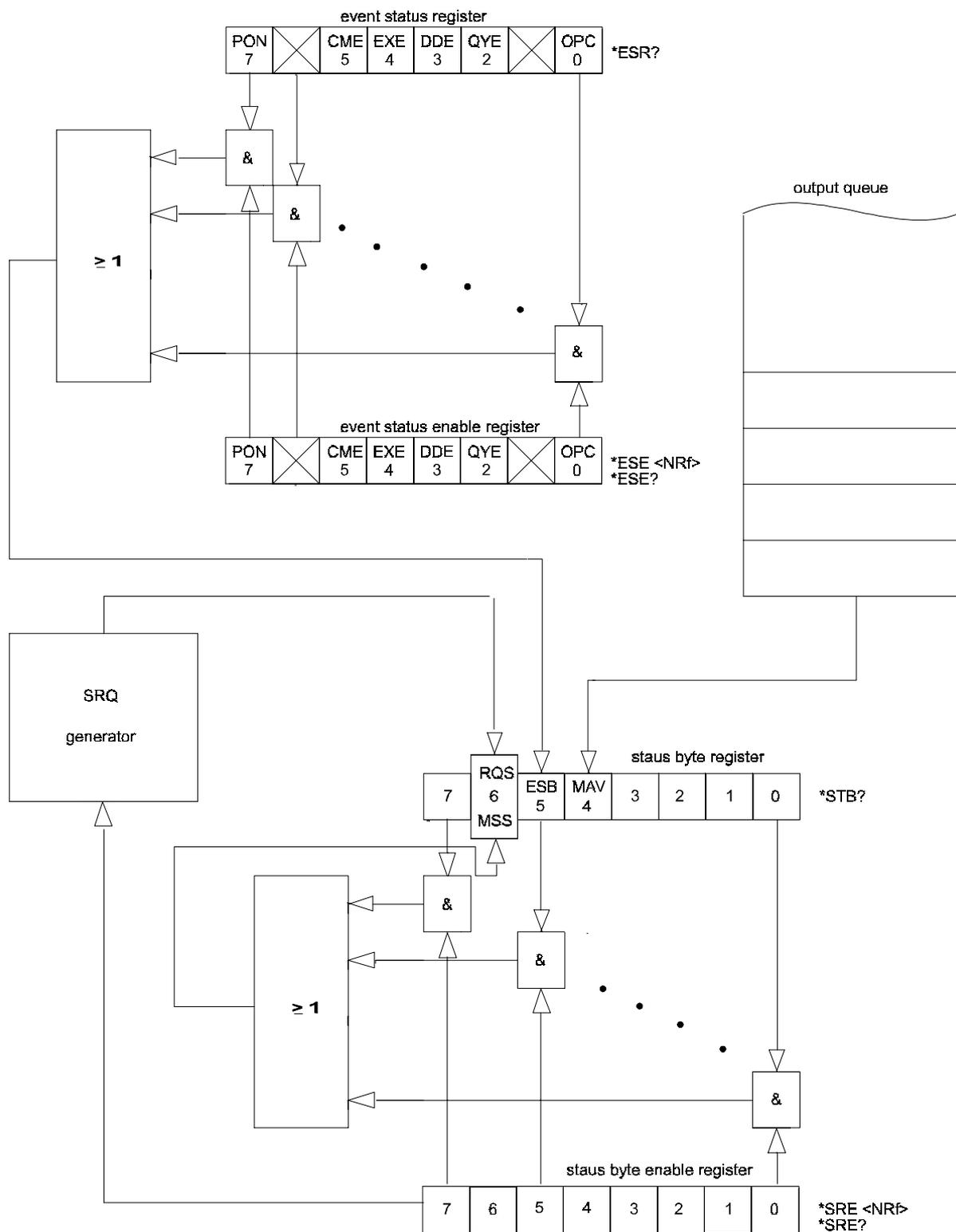
- EOI

(End Or Identify) wird vom Talker gesetzt, um das Ende einer Datenübertragung zu kennzeichnen. Außerdem kann im IEEE-Bus-System ein "End-Of-String" oder EOS-Zeichen definiert werden (CR, LF, o.ä.). Welche der zwei Ende-Kennungs-Methoden verwendet werden, hängt vom jeweiligen Gerät ab. Wichtig ist nur, daß die EOS-Zeichen aller Geräte übereinstimmend eingestellt werden.

8.2.3.2 Register

Für die sachgemäße programmierung des Controllers sind die Vorschriften des begleitenden Standards IEEE488.2-1987 zu berücksichtigen.

Innerhalb des Gerätes sind vier Register angeordnet, die eine Kontrolle des Gerätes vereinfachen sollen. Sie dienen den Anzeigen von fehlerhaften Eingaben über die Schnittstelle, oder dem Anzeigen des Gerätestatus.



SBR Status-Byte-Register

Bit 7	RQS-Bit	ESB-Bit	MAV-Bit	3	2	1	0
-------	---------	---------	---------	---	---	---	---

Default: 00h (h = Hexadezimal, 00h = 0000.0000binär)

nach power on: 60h = 0110.0000b (Status des Gerätes steht in der Ausgabe-Schlange)

Setzen: nicht möglich

Lesen STB?

Im Mittelpunkt steht das Status-Byte-Register (SBR). Dieses ermöglicht eine Synchronisation des Meßbusses. Dabei ist zwischen dem SBR und dem internen Gerätestatus zu differenzieren. Das SBR ist eine IEEE-Vereinbarung, wohingegen der interne Gerätestatus von ZES festgelegt wurde.

WICHTIG: Der interne Gerätestatus wird vor jeder Ausgabe gesendet. Siehe unter "Anmerkungen - Statusbyte" oben.

- RQS/MSS-Bit

Bit 6 hat eine Doppelfunktion. Wenn das Gerät Events oder Nachrichten vorliegen hat, so wird das RQS-Bit (Request Service) gesetzt. Dadurch ist auch die SRQ-Leitung des IEEE-Bus-Systems aktiv. Im PC kann ein Interrupt ausgelöst werden. Wenn das Status-Byte ohne vorhergegangenen SRQ abgefragt wird, dann wird im Bit 6 der Master Summary Status (MSS) eingetragen. Dieser Status bildet sich aus dem Service-Request-Enable-Register (SRE) und dem Status-Byte-Register. Im Polling-Verfahren kann dieses Bit zyklisch abgefragt werden.

- ESB-Bit

Bit 5 wird gesetzt, wenn ein Event aufgetreten war, also irgendein Bit im ESR gesetzt wurde.

- MAV-Bit

Bit 4 wird gesetzt, wenn in der Ausgabe-Schlange Daten vorhanden sind und abgeholt werden können.

SRE Service-Request-Enable-Register

Bit 7	x	ESB ein	MAV ein	3	2	1	0
-------	---	---------	---------	---	---	---	---

Default: 30h (auch nach CLS-Kommando)
 Setzen: SRE zahl
 Lesen: SRE?

In diesem Register wird festgelegt, welche Zustände des Gerätes über einen SRQ gemeldet werden dürfen. Aus einer UND-Verknüpfung des SRE- und des STB-Registers und einer anschließenden ODER-Verknüpfung wird das RQS-Bit im Status-Byte-Register (STB) gebildet. Zusammen mit dem Befehl wird eine Zahl übergeben, die alle gesetzten Bits im SRE-Register darstellt.

Beispiel:

Es soll nur dann ein SRQ generiert werden, wenn Nachrichten in der Ausgabekette vorhanden sind, nicht jedoch, wenn Events aufgetreten sind. Dazu muß nur das Bit 4 gesetzt werden. $2^4 = 16$. Der Befehl lautet dann: "SRE 16"

ESR Event-Status-Register

PON	x	CME	EXE	DDE	QYE	x	OPC
-----	---	-----	-----	-----	-----	---	-----

Default: 00h
 nach power On: 40h (auch nach Auswählen der Schnittstelle)
 Lesen: ESR?

Das Event-Status-Register zeigt alle Events an, die durch fehlerhafte Eingaben oder dem OPC-Kommando entstehen können. Gelöscht wird dieses Register nur durch Auslesen oder das CLS-Kommando. Welche Bits bei welchen Fehlern gesetzt werden, kann in der Fehlertabelle am Anfang des Kapitels 8.2 nachgeschlagen werden.

- PON-Bit

Dieses Bit ist nach dem Einschalten des Gerätes gesetzt. Da außerdem im Event-Status-Enable-Register dieses Event zugelassen ist (default nach dem Einschalten), wird ein Service-Request generiert. Wird die IEEE-Schnittstelle erst während dem Betrieb des Gerätes über das Schnittstellen-Menü eingeschaltet, dann wird dieses Bit ebenfalls gesetzt.

- CME-Bit

Das Command-Error-Bit zeigt einen Fehler in der Eingabekette an. Wenn ein nicht erlaubtes Kommando empfangen wurde, dann wird das Bit ebenfalls gesetzt.

- EXE-Bit
Execution-Error-Bit, wird gesetzt, wenn zur Zeit keine Eingabe erlaubt ist oder der Eingabebereich (oder Ausgabebereich) überschritten wurde.
- QYE-Bit
Das Query-Error-Bit zeigt an, daß Daten angefordert werden, ohne daß in der Ausgabekette Zeichen vorhanden sind.
- OPC-Bit
Dieses Bit kann benutzt werden, um das Ende von reinen Eingabe-Befehlen zu erkennen. Wird das OPC-Kommando an das Ende von Befehlen gesetzt, dann wird nach Beendigung der vorgegangenen Befehle das OPC-Flag gesetzt. Im Polling-Verfahren (Zyklisches Auslesen des Status-Bytes) kann dies erkannt werden.

ESE Event-Status-Enable-Register

PON ein	x	CME ein	EXE ein	DDE ein	QYE ein	x	OPC ein
---------	---	---------	---------	---------	---------	---	---------

Default: 80h

Setzen: ESE zahl

Lesen: ESE?

In diesem Register können (parallel zum ESR) die Events durch Setzen der entsprechenden Bits ermöglicht werden. Intern werden die Register ESE und ESR bitweise UND-verknüpft. Eine nachfolgende ODER-Verknüpfung führt zum ESB (Event-Status-Bit) im SBR (Status-Byte-Register).

Beispiel:

Es sollen nur die Fehler EXE und QYE über einen Servic-Request gemeldet werden. Die Bits 4 und 2 müssen dazu gesetzt werden. $2^4 + 2^2 = 20$. Der Befehl lautet: "ESE 20".

8.2.3.3 Empfangen von Daten mit IEEE

Das Senden bzw. Empfangen von Daten muß synchronisiert werden. Das bedeutet: Daten können jederzeit zum Meßgerät gesendet werden. Das Empfangen von Daten sollte jedoch mit dem Service-Request-Verfahren arbeiten.

Nachdem das Gerät die Meßwertanfragen bearbeitet hat und senden möchte, generiert es einen SRQ (Service Request). Dazu setzt es das RQS-Bit im Status-Byte-Register auf Eins,

gleichzeitig wird die SRQ-Leitung des IEEE-Busses aktiviert. Der Meßbus-Controller kann daraufhin das Gerät automatisch identifizieren und die Daten abholen.

Natürlich kann die Schnittstelle auch im Polling-Verfahren zyklisch abgefragt werden. Hier sind zwei Methoden möglich:

1. Zyklisches Abfragen des Status-Byte-Registers (SBR) und prüfen des MSS-Bits.
2. Zyklisches Auslesen des Ausgabepuffers. Ist dieser leer, so wird bei jeder Datenanfrage ein End-Of-String (EOS) gesendet.

Das Abwarten auf einen SRQ ist vorteilhafter, da der Meßbus-Controller in dieser Zeit andere Aufgaben erfüllen kann.

Die Erzeugung eines SRQ kann zwei Gründe haben:

1. Daten liegen im Ausgabepuffer vor und können abgeholt werden.
2. Ereignisse sind aufgetreten, das ESR (Event-Status-Register) kann ausgelesen werden.

Der IEEE-Controller sollte also nach Erkennen eines SRQ das Status-Byte-Register (SBR) auslesen. Wenn das MAV-Bit gesetzt ist (Message available), sind Daten vorhanden und sollten abgeholt werden. Sollte das ESB-Bit gesetzt sein, dann muß das Event-Status-Register (ESR) ausgelesen werden. Dazu stellt die Norm 2 die entsprechenden Befehle (siehe unten) zur Verfügung.

8.2.3.4 Befehle der Norm 2

Unterschieden werden muß zwischen Ein- und Ausgabebefehlen. Alle Ausgabebefehle liefern einen Wert zurück. Sie bestehen aus 4 Bytes. Die Eingabebefehle bestehen aus 3 Bytes, gefolgt von der einzugebenden Größe.

WICHTIG: Um z.B. das ESE-Register zu setzen, muß folgendes eingegeben werden:

ESE32 oder ESE32E00 oder ESE+3.2E+01 oder ESE 32

Dabei ist darauf zu achten, daß bei Eingabe von z.B. einer "2" kein

Ausgabebefehl entsteht. Nicht eingegeben werden darf:

ESE2 (...falsch)

Die Fehlermeldung wäre 16 "Zahl der Eingabezeichen nicht korrekt". Ein Space-Zeichen zwischen Zahl und Befehl löst dieses Problem. Die Norm schreibt sogar ein Leerzeichen vor.

CLS Clear Status

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: löschen von ESR, setzen von 30h im SRE
Syntax: <CLS>

DDT

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: speichern eines Makros, wird bei TRG oder GET ausgeführt
Syntax: <DDT #0bef1,bef2,bef3,...>
Erläuterung: In der Norm 2 wird diese Art der Blockeingabe "Indefinite Length Arbitrary Block Program Data" genannt, also keine Angabe über die Länge der nachfolgenden Daten. Die Trennung über Kommata ist wichtig. Ab dem nächsten erkannten Semikolon beginnt ein neuer Befehl. Intern werden die Kommata durch Semikolon ersetzt.

DDT?

Befehlsart: Ausgabebefehl
Funktion: Auslesen des Makros, welches bei TRG oder GET ausgeführt wird
Syntax: <DDT?>
Rückgabe: <#0bef1;bef2;bef3...>

TRG

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: Ausführen des unter DDT definierten Makros
Syntax: <TRG>
Erläuterung: Da die gespeicherte Befehlsfolge nach dem TRG-Kommando in den Eingabepuffer geschoben wird, zeigen eventuelle Fehlermeldungen den Fehler einen Substring weiter an.

Bsp.: Nach Ausführung von TRG steht im Eingabepuffer:

<TRG;UTR4;GRIM>

Fehlermeldung: <N!02,05;!3,05>

Wird jedoch über das Interface-Kommando GET getriggert, so stimmen die Fehlermeldungen mit den Substrings überein. Das liegt daran, daß hierbei <TRG> nicht im Eingabepuffer steht!

ESE

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: Setzen des Event-Status-Enable-Registers
Syntax: <ESEzahl>

ESE?

Befehlsart: Ausgabebefehl
Funktion: Auslesen des Event-Status-Enable-Registers
Syntax: <ESE?>

ESR?

Befehlsart: Ausgabebefehl
Funktion: Auslesen des Event-Status-Registers
Syntax: <ESR?>

IDN?

Befehlsart: Ausgabebefehl
Funktion: Auslesen des IDN-Feldes
Syntax: <IDN?>
Erläuterung: Feld1: Hersteller
Feld2: Gerätetyp
Feld3: frei (hier '0')
Feld4: frei (hier '0')

IST?

Befehlsart: Ausgabebefehl
Funktion: Auslesen des Individual Status
Syntax: <IST?>
Erläuterung: Der Individual Status entspricht bei diesem Gerät dem SRQ-Bit.

OPC

Befehlsart: Eingabebefehl !!
Funktion: Generieren des Events OPC
Syntax: <OPC>

Erläuterung: Wenn im ESE-Register das OPC-Flag zuvor gesetzt wurde, so wird das Event über einen SRQ gemeldet.

OPC?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Generieren einer '1' nach Ausführung aller vorangegangenen Befehle in der Ausgabekette. Zusätzlich wird ein SRQ erzeugt und das MAV-Bit gesetzt.

Syntax: <OPC?>

SRE

Befehlsart: Eingabebefehl

Funktion: Setzen des Service-Request-Enable-Registers

Syntax: <SRE zahl>

Erläuterung: Werden die Bits 4 und 5 gelöscht, so ist jeweils keine MAV-Meldung oder ESB-Meldung über einen SRQ möglich.

SRE?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Auslesen des Service-Request-Enable-Registers

Syntax: <SRE?>

STB?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Auslesen des Status Bytes

Syntax: <STB?>

Erläuterung: Dies ist auch über Funktionen des Herstellers der Schnittstellenkarte möglich.

DMC

Befehlsart: Eingabebefehl

Funktion: Definieren eines Makros

Syntax: <DMC "name",#0mac1,mac2,mac3...>

Erläuterung: Es können bis zu 52 Makros eingegeben werden.

Der Makroname kann eine beliebige Länge haben. Die gesamte Länge der Makrokette (inkl. Makroname) kann maximal 128 Byte betragen.

Fehler: 04: Kennung unvollständig:

...wenn die Zeichen '"', '#' oder '0' fehlen

02: zu viele Eingabezeichen:

...wenn Makrospeicher voll, Eingabekette zu lang

14: falsche Zeichen:

...Makroname nicht angegeben

GMC?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Auslesen eines definierten Makros

Syntax: <GMC? "name">

Rückgabe: Existiert das gesuchte Makro "name" nicht, so wird eine "0" ausgegeben. Auch wenn die Eingabe des Makronamens nicht richtig erfolgt, wird das Makro nicht erkannt und eine "0" wird ausgegeben.

EMC

Befehlsart: Eingabebefehl

Funktion: Ein- und Ausschalten der Makrofunktion

Syntax: <EMC zahl>

Erläuterung: Die Zahl muß im Bereich von 0..255 liegen, ansonsten wird die Fehlermeldung 14 ("Bereich überschritten") generiert. Die Eingabe einer Null ("0") schaltet die Makrofunktion ab, d.h. keiner der eingegebenen Befehle wird dann auf Übereinstimmung mit einem definierten Makro überprüft.

Wird eine Zahl größer als Null eingegeben, so wird nach jeder Befehlseingabe zunächst geprüft, ob es sich um ein Makro handelt. Es können so bereits bestehende Befehle überschrieben werden (Vorsicht also: sollte das Gerät nicht wie erwartet auf einen Befehl aus dem Handbuch reagieren, sind zunächst mit dem Befehl LMC? die Makrobefehle zu prüfen).

EMC?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Testen, ob Makrofunktionen eingeschaltet sind

Syntax: <EMC?>

Rückgabe: Rückgabewert ist eine Null oder Eins im Exponential-Format (IEEE-Norm).

LMC?

Befehlsart: Ausgabebefehl

Funktion: Auslesen aller definierten Makros
Syntax: <LMC?>
Rückgabe: Es wird ein String-Element zurückgeliefert. Sollten keine Makros definiert worden sein, so wird ein leeres String-Element geliefert ("").

RMC

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: Löschen eines bestimmten Makros
Syntax: <RMC "name">
Erläuterung: Wird das Makro "name" gefunden, so wird es gelöscht. Ist die Eingabe jedoch falsch oder existiert das Makro nicht, so wird die Fehlermeldung 15 ("keine Eingabe erlaubt") generiert.

PMC

Befehlsart: Eingabebefehl
Funktion: Löschen aller Makros
Syntax: <PMC>
Erläuterung: Dieser Befehl löscht alle zuvor definierten Makros

Allgemeines zu den Makros:

Makros können "alte" Befehle des Gerätes überschreiben. Daher ist besondere Vorsicht geboten. Bevor das Kommando <EMC 1> gegeben wird, sollten mit <LMC?> alle Makros nachgeprüft werden. Eine Fehlererkennung erfolgt erst beim Ausführen eines Makros. Rekursionen sind zugelassen, d.h. innerhalb eines Makros ist der eigene Makroname erlaubt. Dies ist jedoch in der Regel nicht sinnvoll. Überschreitet der Ausgabestring eine Länge von 128 Byte (interne Puffergröße), wird eine Fehlermeldung (interner Fehler) generiert. Der Triggerbefehl <TRG> kann auch mit dem Schnittstellen-Kommando "Trigger" ausgelöst werden.

Zahlenformat

Zahlen können in verschiedenen Formaten eingegeben werden. Sollen z.B. in einem Register Bit 5 und 6 gesetzt werden, so ergibt dies eine Integerzahl von 96:

$$\text{Bit 5: } 2^5 = 32$$

$$\text{Bit 6: } 2^6 = \underline{64}$$

$$\rightarrow 96$$

Die Zahl kann entweder als Integer oder im Exponentialformat eingegeben werden.

+/- oder kein Zeichen

9

6

E

→ +96E0

Denkbar wäre auch 9.6E01 o.ä. Man beachte, daß Leerstellen innerhalb einer Zahl nicht vorkommen dürfen. Ausgegeben werden die Registerinhalte immer im Exponentialformat (Norm 2 schreibt dies vor).

Fehlermeldungen

Zur Deutung der Fehlermeldungen sollte die Tabelle am Anfang des Kapitels beachtet werden. Dort sind auch die Fehlerflags des Event-Status-Registers eingetragen.

Programmier-Beispiel

Zum Datentransfer liefern die Hersteller der Schnittstellenkarten Software mit. Diese Routinen können in der jeweiligen Programmiersprache eingebunden werden. Ein allgemein gehaltenes Beispiel soll die Programmierung erleichtern. Die Abfrage der Gerätenachrichten wurde hier per Interrupt eingeleitet. Dieser Interrupt wird durch ein SRQ des Gerätes automatisch erzeugt.

```
SUBROUTINES:
PROCEDURE SRQInterrupt (state)
BEGIN
  IF MAV-BIT in state THEN
  BEGIN
    GET_ieee (ieeestring);
    write_keyboard (ieeestring);
  END;
  IF ESB-BIT in state THEN
  BEGIN
    send_ieee('ESR?');
  END;
END;
```

```
MAIN:
REPEAT
  set SRQon;

  REPEAT
```

```

UNTIL keypressed;           {hier kann ein SRQ auftreten}

set SRQoff;
get_keyboard (keyboardstring);
IF keyboardstring <> 'exit'
    THEN send_ieee (keyboardstring);
UNTIL keyboardstring = 'exit';
END.

```

Einige Erläuterungen:

Im Hauptprogramm wird zunächst der SRQ-Interrupt eingeschaltet. In einer Warteschleife kann dieser aufgefangen werden. Wird auf der Controller-Tastatur eine Taste gedrückt, dann muß der SRQ-Interrupt ausgeschaltet werden.

Die Eingabe muß gelesen werden. Danach wird sie an das angeschlossene IEEE-Gerät gesendet. Wird jedoch 'exit' eingegeben, so muß die Schleife verlassen werden. Bei Auftreten eines SRQ wird die Unterroutine ausgeführt. Der Gerätestatus (state) wird in der Regel automatisch der Routine übergeben. Ist das MAV-Bit gesetzt, so wird die Ausgabe-Kette eingelesen und anschließend an den Monitor des Controllers gesendet. Wenn zusätzlich das ESB-Bit gesetzt ist, sollte mit dem Befehl <ESR?> das Event-Status-Register angefordert werden. Dieses kann erst mit dem folgenden SRQ-Interrupt eingelesen werden.

Zur Beachtung:

Zum richtigen Betrieb beachte man die gleiche Einstellung des <EOS> beider Schnittstellen. Weiterhin müssen die Adressen (1..31) übereinstimmen.

Geschwindigkeit:

Auf der IEEE488.2-Schnittstellenkarte wurde der DMA-Betrieb implementiert. Wenn die eingesetzte Controller-Schnittstellenkarte schnell genug ist, läßt sich eine Übertragungsrate von 1.3MByte/sec erzielen.

8.2.4 Externe Parametereinstellung mittels DIP-Schalter

Bei den Schnittstelleneinschüben befindet sich zwischen dem RS232 und dem IEEE488.2 Anschluß eine Öffnung, die 16 DIP-Schalter (Miniatorschalter) zugänglich macht.

Mit diesen Schaltern können die Parameter der Schnittstelle von außen verändert werden, wenn die Einstellmöglichkeit über die Bedienmenüs fehlt (z.B. bei der Black-Box-Version).

Die Schalter dürfen nur im ausgeschalteten Zustand des LMG310 verändert werden, da ihre Stellung nur bei der Geräteinitialisierung nach dem Einschalten einmalig eingelesen wird!

Die Schalter sind in zwei Gruppen zu je 8 Schaltern angeordnet. Die Bedeutung der einzelnen Schalter ist:

Gruppe A	
Schalter Nr.	Bedeutung
1-2	Typ der Schnittstelle: <u>Typ 2 1</u> Menu off off IEEE off on RS232 on off RS232 on on mit EOS=mode 2, Echo on, 9600Baud, Read&Write
3	off: Read only on: Read & Write
4	off: Echo off on: Echo on
5-8	EOS-Zeichen: <u>Zeichen 8 7 6 5</u> NUL off off off off CR off off off on LF off off on off CRLF off off on on MODE1 off on off off MODE2 off on off on ETX off on on off ETB off on on on EOT on off off off Bei alle anderen Einstellungen wird das EOS Zeichen auf mode2 gesetzt.
Gruppe B	
Schalter-Nr.	Bedeutung
1-3	Baudrate der RS232 Schnittstelle: <u>Baudrate 3 2 1</u> 4800 off off off 9600 off off on 19200 off on off 38400 off on on Bei allen anderen Einstellungen wird die Baudrate auf 9600 gesetzt.
4-8	Adresse der IEEE488 Schnittstelle. Die Adresse wird binär kodiert

<p>eingetragen. Die Adresse 0 wird als 1 interpretiert.</p> <p>Beispiel: <u>8</u> <u>7</u> <u>6</u> <u>5</u> <u>4</u></p> <p style="padding-left: 40px;">on off off on on</p> <p>entspricht der Adresse 19.</p>

8.3 Prozeßsignal (In/Out)-Schnittstellen-Einschub IO31 (Option)

Der Einschub IO31 umfaßt folgende Baugruppen:

- 4 Analogeingänge mit einem Eingangsbereich von $\pm 10\text{V DC}$. Die Eingänge sind untereinander potentialgetrennt.
- 8 Analogausgänge mit einem Ausgangsbereich von $\pm 10\text{V DC}$. Die Ausgänge sind in 4 Gruppen potentialgetrennt.
- 16 Digitalausgänge. Die Ausgänge sind in 4 Gruppen potentialgetrennt.
- 6 Digitaleingänge, 2 Frequenzeingänge. Diese Eingänge sind in 4 Gruppen potentialgetrennt.

Die einzelnen Module sind untereinander potentialgetrennt.

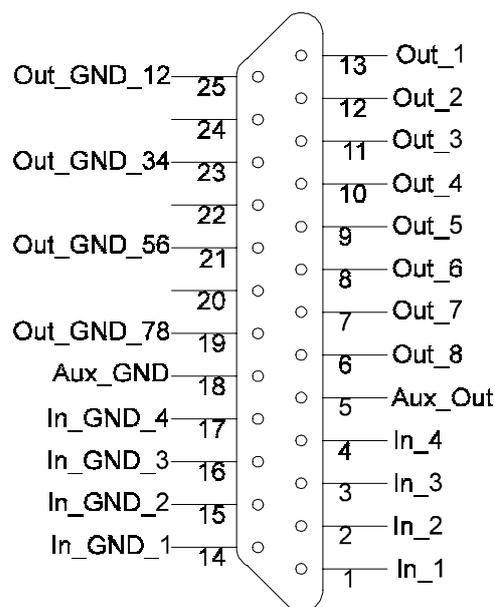
8.3.1 Analogeingänge/-ausgänge

Genauigkeitsangaben:

A/D-Wandler: Die A/D-Wandler arbeiten mit einer Auflösung von 13 Bit und einer Genauigkeit von $\pm(0.1\% \text{ vom Meßwert} + 0.05\% \text{ vom Full-Scale-Wert})$. Eingangswiderstand $1\text{M}\Omega$, Eingangsspannungsbereich: $\pm 10\text{V}$.

D/A-Wandler: Die D/A-Wandler arbeiten mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Genauigkeit von $\pm(0.1\% \text{ vom Meßwert} + 0.05\% \text{ vom Full-Scale-Wert})$. Lastwiderstand $>2\text{k}\Omega$, Ausgangsspannung $\pm 10\text{V}$.

Hilfsversorgung: Die Hilfsversorgung liefert 12V bei einem Strom von 50mA.



An der 25 poligen SUB-D Buchse, über welche die Analogsignale geführt werden, gibt es neun potentialgetrennte Gruppen. Jede Gruppe wird mit einer Spannung von 500V gegen jede andere Gruppe geprüft. Die Bezugspunkte (GND) der einzelnen Gruppen sind **nicht** miteinander verbunden, können vom Anwender aber verbunden werden. Der Schirm der Buchse ist mit dem Gehäuse und damit mit dem Schutzleiter verbunden. Zur Verbindung muß ein abgeschirmtes Kabel verwendet werden, dessen Schirm an dem Metallkragen am Stecker des LMG310 angeschlossen ist (Schutzleiterpotential!).

Potential-Gruppe	Funktion
1	<p>Analogeingang 1: Die Masse ist Pin 14 (In_GND_1), das Signal wird an Pin 1(In_1) eingespeist. Maximale Eingangsspannung: ±10V DC Kennung im benutzerdefinierten Menü: AIN1</p>
2	<p>Analogeingang 2: Die Masse ist Pin 15(In_GND_2), das Signal wird an Pin 2(In_2) eingespeist. Maximale Eingangsspannung: ±10V DC Kennung im benutzerdefinierten Menü: AIN2</p>
3	<p>Analogeingang 3: Die Masse ist Pin 16(In_GND_3), das Signal wird an Pin 3(In_3) eingespeist. Maximale Eingangsspannung: ±10V DC Kennung im benutzerdefinierten Menü: AIN3</p>
4	<p>Analogeingang 4: Die Masse ist Pin 17(In_GND_4), das Signal wird an Pin 4(In_4) eingespeist. Maximale Eingangsspannung: ±10V DC Kennung im benutzerdefinierten Menü: AIN4</p>

5	Hilfsversorgung: Die Masse ist an Pin 18(Aux_GND), die Spannung von 12V wird an Pin 5(Aux_OUT) herausgeführt.
6	Analogausgänge 7 und 8: Die gemeinsame Masse der beiden Ausgänge ist das Pin 19 (Out_GND_78). Ausgang 7 wird an Pin 7(Out_7), Ausgang 8 an Pin 6(Out_8) ausgegeben.
7	Analogausgänge 5 und 6: Die gemeinsame Masse der beiden Ausgänge ist das Pin 21 (Out_GND_56). Ausgang 5 wird an Pin 9(Out_5), Ausgang 6 an Pin 8(Out_6) ausgegeben.
8	Analogausgänge 3 und 4: Die gemeinsame Masse der beiden Ausgänge ist das Pin 23 (Out_GND_34). Ausgang 3 wird an Pin 11(Out_3), Ausgang 4 an Pin 10(Out_4) ausgegeben.
9	Analogausgänge 1 und 2: Die gemeinsame Masse der beiden Ausgänge ist das Pin 25 (Out_GND_12). Ausgang 1 wird an Pin 13(Out_1), Ausgang 2 an Pin 12(Out_2) ausgegeben.

Über die Analogeingänge ist es möglich, zusätzliche Größen zu erfassen. Dies könnten z.B. das Drehmoment eines Motors sein oder die Arbeitstemperatur eines Prüflings. Die gemessenen Größen sind frei skalierbar und können mit dem eingebauten Formeleditor weiterverarbeitet werden.

In jedem Meßzyklus werden neue Werte gemessen.

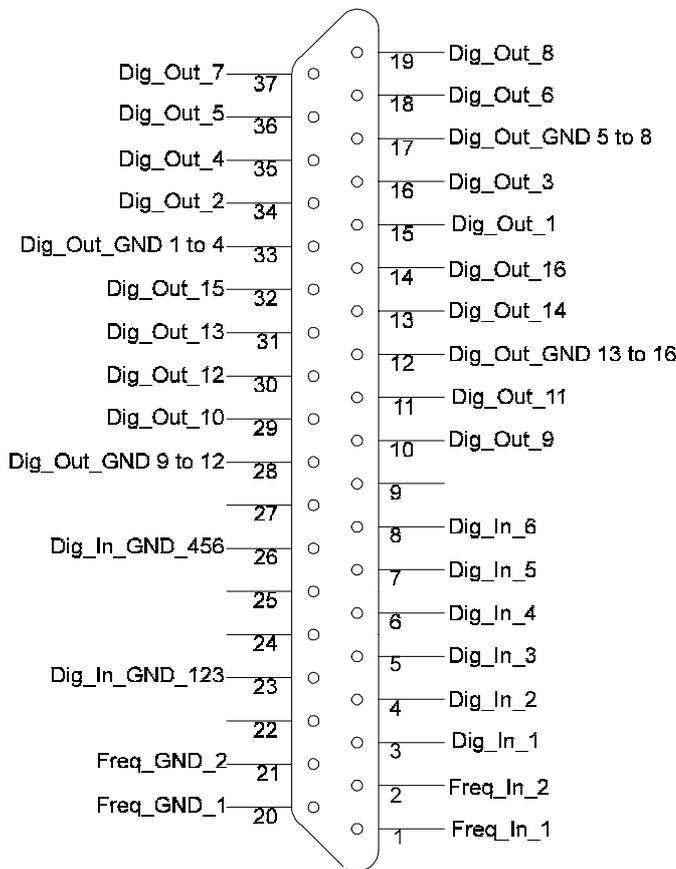
Über die Analogausgänge können beliebige Meß- oder Rechenwerte als proportionale Spannung ausgegeben werden. Die Werte können frei skaliert und zusätzlich mit einem Offset versehen werden. Somit ist es möglich, einen beliebigen Bereich einer Größe auszugeben.

Die Analogausgänge werden in der Regel dazu verwendet, Meßwerte auf Schreibern auszugeben.

8.3.2 Digitaleingänge/-ausgänge

An der 37 poligen SUB-D Buchse, über welche die Digitalsignale geführt werden, gibt es 8 potentialgetrennte Gruppen. Jede Gruppe wird mit einer Spannung von 500V gegen jede andere Gruppe geprüft. Die Bezugspunkte (GND) der einzelnen Gruppen sind **nicht** miteinander verbunden, können vom Anwender aber verbunden werden. Der Schirm der Buchse ist mit dem Gehäuse und damit mit dem Schutzleiter verbunden. Zur Verbindung muß

ein abgeschirmtes Kabel verwendet werden, dessen Schirm an dem Metallkragen am Stecker des LMG310 angeschlossen ist (Schutzleiterpotential!).



Die 16 Digitalausgänge werden zur Grenzwertüberwachung genutzt. Dazu kann ihnen ein beliebiger Meß- oder Rechenwert zugeordnet werden. Bei Über- oder Unterschreitung (auswählbar) dieses Wertes wird der Ausgang inaktiv (offen). Hierdurch ist ein Fail-Save-Verhalten der Überwachung möglich.

Über 2 Eingänge besteht die Möglichkeit, externe Frequenzen von 0.07Hz bis zu ca. 2MHz zu messen. Die Genauigkeit beträgt dabei 0.05% vom Anzeigewert. Somit kann z.B. die Drehzahl eines Motors aufgenommen und in Verbindung mit dem über einen Analogeingang aufgenommenen Drehmoment mit dem integrierten

Formeleditor die mechanische Ausgangsleistung sowie der Wirkungsgrad des Motors berechnet und angezeigt werden.

Potential-Gruppe	Funktion	
	Option E3	Option E4
1*	Frequenzeingang 1: Die Masse ist Pin 20 (Freq_GND_1), die Frequenz wird über Pin 1 (Freq_In_1) eingespeist. Kennung im benutzerdefinierten Menü: FIN1	Frequenz-/Richtungseingang: Die Masse ist Pin 20 und 21 (Freq_GND_1, Freq_GND_2), Signal 1 ist Pin 1 (Freq_In_1) Signal 2 ist Pin 2 (Freq_In_2).

2*	Frequenzeingang 2: Die Masse ist Pin 21 (Freq_GND_2), die Frequenz wird über Pin 2 (Freq_In_2) eingespeist. Kennung im benutzerdefinierten Menü: FIN1	Kennung im benutzerdefinierten Menü: FIN1 ist die Frequenz FIN2 ist die Richtung
3	Digitaleingänge 1 bis 3: Die gemeinsame Masse ist Pin 23 (Dig_In_GND_123). Die Signale werden über die Pins 3 bis 5 (Dig_In_1 bis Dig_In_3) eingespeist.	
4	Digitaleingänge 4 bis 6: Die gemeinsame Masse ist Pin 26 (Dig_In_GND_456). Die Signale werden über die Pins 6 bis 8 (Dig_In_4 bis Dig_In_6) eingespeist.	
5	Digitalausgänge 1 bis 4: Die gemeinsame Masse ist Pin 33 (Dig_Out_GND_1 to 4). Die Signale werden über die Pins 15, 16, 34, 35 (Dig_Out_1 bis Dig_Out_4) ausgegeben.	
6	Digitalausgänge 5 bis 8: Die gemeinsame Masse ist Pin 17 (Dig_Out_GND_5 to 8). Die Signale werden über die Pins 18, 19, 36, 37 (Dig_Out_5 bis Dig_Out_8) ausgegeben.	
7	Digitalausgänge 9 bis 12: Die gemeinsame Masse ist Pin 28 (Dig_Out_GND_9 to 12). Die Signale werden über die Pins 10, 11, 29, 30 (Dig_Out_9 bis Dig_Out_12) ausgegeben.	
8	Digitalausgänge 13 bis 16: Die gemeinsame Masse ist Pin 12 (Dig_Out_GND_13 to 16). Die Signale werden über die Pins 13, 14, 31, 32 (Dig_Out_13 bis Dig_Out_16) ausgegeben.	

* Die Gruppen 1 und 2 sind **nicht potentialgetrennt**, wenn die Option E4, Impulseingang Drehzahl mit Impulseingang Drehrichtung, bestückt ist.

Die Digitalausgänge dürfen mit max. 24V/200mA pro Ausgang betrieben werden. Sie sind als Open Collector Ausgänge ausgeführt.

Die Digitaleingänge sind wie folgt spezifiziert:

Maximale Signalspannung zum Erkennen eines '0' Zustandes: $U_{0max} = 2V$

Minimale Signalspannung zum Erkennen eines '1' Zustandes: $U_{\text{Imin}} = 4\text{V}$ bei $I=1\text{mA}$

Maximal zulässige Signalspannung: $U_{\text{Imax}} = 24\text{V}$ bei $I=10\text{mA}$

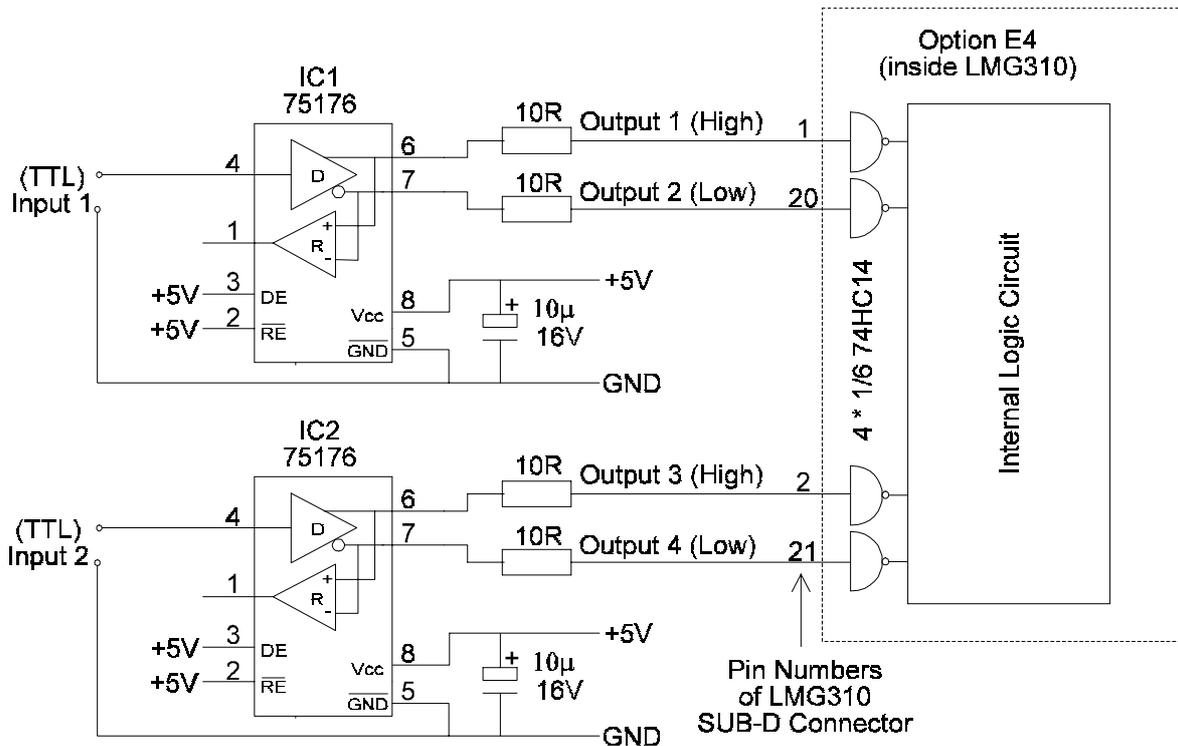
Die Frequenzeingänge Typ -E3 sind wie folgt spezifiziert:

$$U_{\text{min}} = 4\text{V}$$

$$U_{\text{max}} = 24\text{V}$$

Sie können z.B. mit Standard-CMOS Bausteinen der 74HC Reihe betrieben werden (z.B. 74HC14).

Die Frequenzeingänge Typ -E4 benötigen einen Gegentakt-Treiber, der bei $\pm 5\text{V}$ $60\Omega/50\text{pF}$ treiben kann. Dies kann z.B. mit einem RS485-Treiber (75176) realisiert werden. Einen entsprechenden Pegelumsetzer von 5V Signalen auf Gegentaktsignale zeigt nachfolgende Schaltung:



8.4 Transientenspeicherung und -überwachung

Die Option "Transientenspeicherung" ist im Wesentlichen eine Erweiterung der Option "Scope Funktion". Der üblicherweise benutzte Triggerpunkt im positiven Nulldurchgang des Meßsignals wird durch eine variable, einstellbare Triggerbedingung für bis zu 3 Signale ersetzt.

Die Meßsignale werden mit bis zu 40kHz abgetastet (in Abhängigkeit von der gewählten Aufzeichnungsdauer). Mit Hilfe dieser Abtastwerte wird die Trigger-Information in Echtzeit berechnet.

Wird ein Transient erkannt, wird die Aufzeichnung der Abtastwerte aller 3 Meßkanäle gestartet, wobei ein Pre-Trigger von 0%, 25%, 50%, 75% oder 100% einstellbar ist.

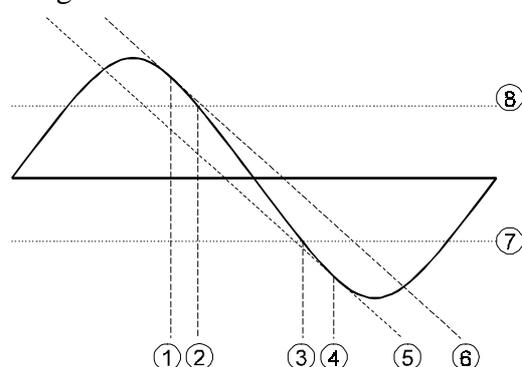
Die Anzahl der aufzuzeichnenden Abtastwerte ist 20000. Daraus ergibt sich die folgende Beziehung zwischen Meßdauer und Abtastrate.

Meßdauer (s):	0.5	1	2	5	10	30	60
Abtastrate (kHz):	40	20	10	4	2	0.6	0.3

Die verschiedenen Triggermöglichkeiten werden im Folgenden erklärt. Zunächst unterscheidet man 3 Triggermodi:

- Slew-rate: Diese Bedingung ist wahr, wenn der Betrag der Anstiegsgeschwindigkeit des Signals größer ist als der Betrag der eingestellten Anstiegsgeschwindigkeit. Das Vorzeichen der eingestellten Anstiegsgeschwindigkeit gibt an, ob die Bedingung für eine steigende oder für eine fallende Flanke wahr ist.
- Time out: Diese Bedingung ist wahr, wenn das Signal innerhalb $\pm 6.25\%$ des Meßbereichs (Full-Scale) liegt (Null-Fenster)
- Function: Diese Bedingung ist wahr, wenn die im *Measuring* Menü gewählte Funktion wahr ist (siehe Kapitel 6).

Durch eine logische Kombination dieser 3 Modi mittels **EVENT** entsteht das Trigger-Ereignis des Kanals. Die Ereignisse der Kanäle, des externen Trigger Eingangs und der Taste *Trigger* bilden das Trigger-Ereignis des Systems. Das Meßgerät reagiert nur auf dieses System-Ereignis.

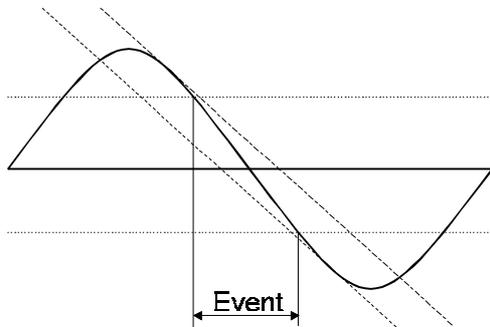


Zunächst soll die Bildung des Trigger-Ereignisses eines Meßkanals beschrieben werden.

Um die verschiedenen Symbole zu erklären, zeigt die Grafik eine Sinuskurve mit mehreren Hilfslinien. Die beiden waagerechten Linien (7 und 8) repräsentieren den oberen/unteren Grenzwert und sind frei einstellbar. Folglich stellen die Punkte 2 und 3 die Schnittpunkte der Sinuskurve mit dem jeweiligen Grenzwert.

Die Steigung der beiden Geraden 5 und 6 entspricht einer bestimmten

Anstiegsgeschwindigkeit. Zwischen den Punkten 1 und 4 ist die Anstiegsgeschwindigkeit der Sinuskurve betragsmäßig größer als die Anstiegsgeschwindigkeit der Gerade. Rechts von Punkt 4 ist die Anstiegsgeschwindigkeit der Kurve wieder kleiner als die der Gerade.

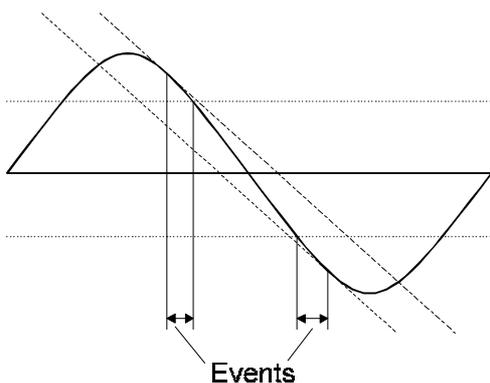


Event-Einstellung: 1*3

Funktion: 'window in'

Die Trigger-Bedingung des Kanals wird wahr, wenn die Anstiegsgeschwindigkeit des Kanals größer als die eingestellte ist und die Abtastwerte der Kurve innerhalb der eingestellten Grenzen liegen.

Wurde 'ext.out' als Triggermodus gewählt, wird der Ausgang während des Ereignisses niederohmig sein. In den anderen Modi wird nur beim Auftreten des Ereignisses eine Reaktion ausgelöst.



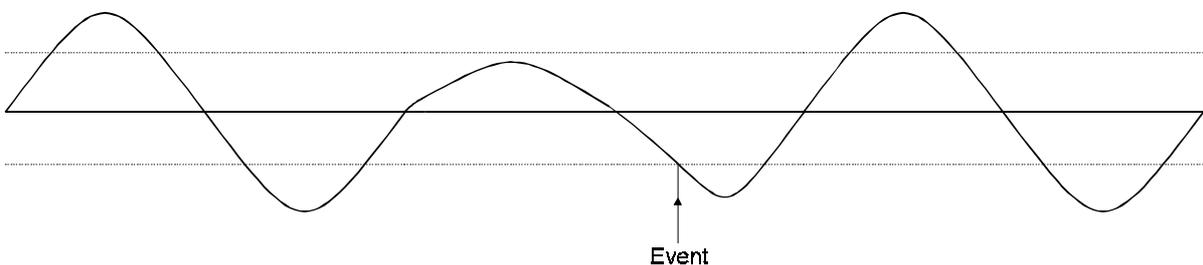
Event-Einstellung: 1*3

Funktion: 'window out'

Die Trigger-Bedingung dieses Kanals wird wahr, wenn die Anstiegsgeschwindigkeit der Kurve größer als die eingestellte ist und die Abtastwerte außerhalb der Grenzen liegen.

Wurde 'ext.out' als Triggermodus gewählt, wird der Ausgang während des Ereignisses niederohmig sein

(hier zweimal). In den anderen Modi wird nur beim Auftreten des Ereignisses eine Reaktion ausgelöst (hier zweimal).

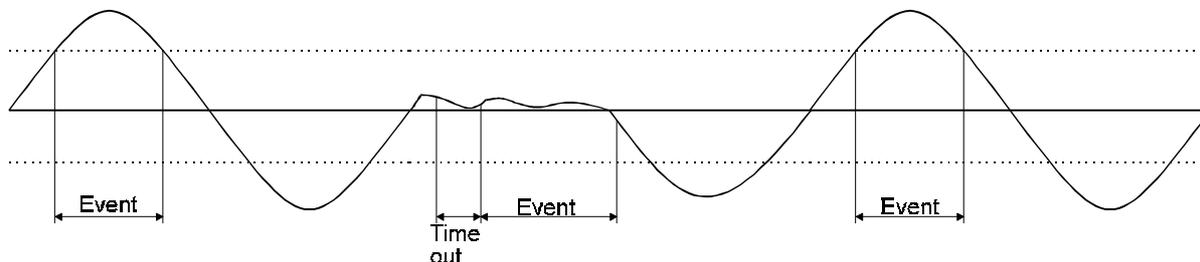


Event-Einstellung: 3

Funktion: no+slope

Die Trigger-Bedingung des Kanals wird wahr, wenn das Signal zwischen zwei zeitlich getrennten Überschreitungen des oberen Grenzwertes unterhalb des unteren Grenzwertes liegt.

Wurde 'ext.out' als Triggermodus gewählt, wird der Ausgang während des Ereignisses kurzzeitig niederohmig sein.



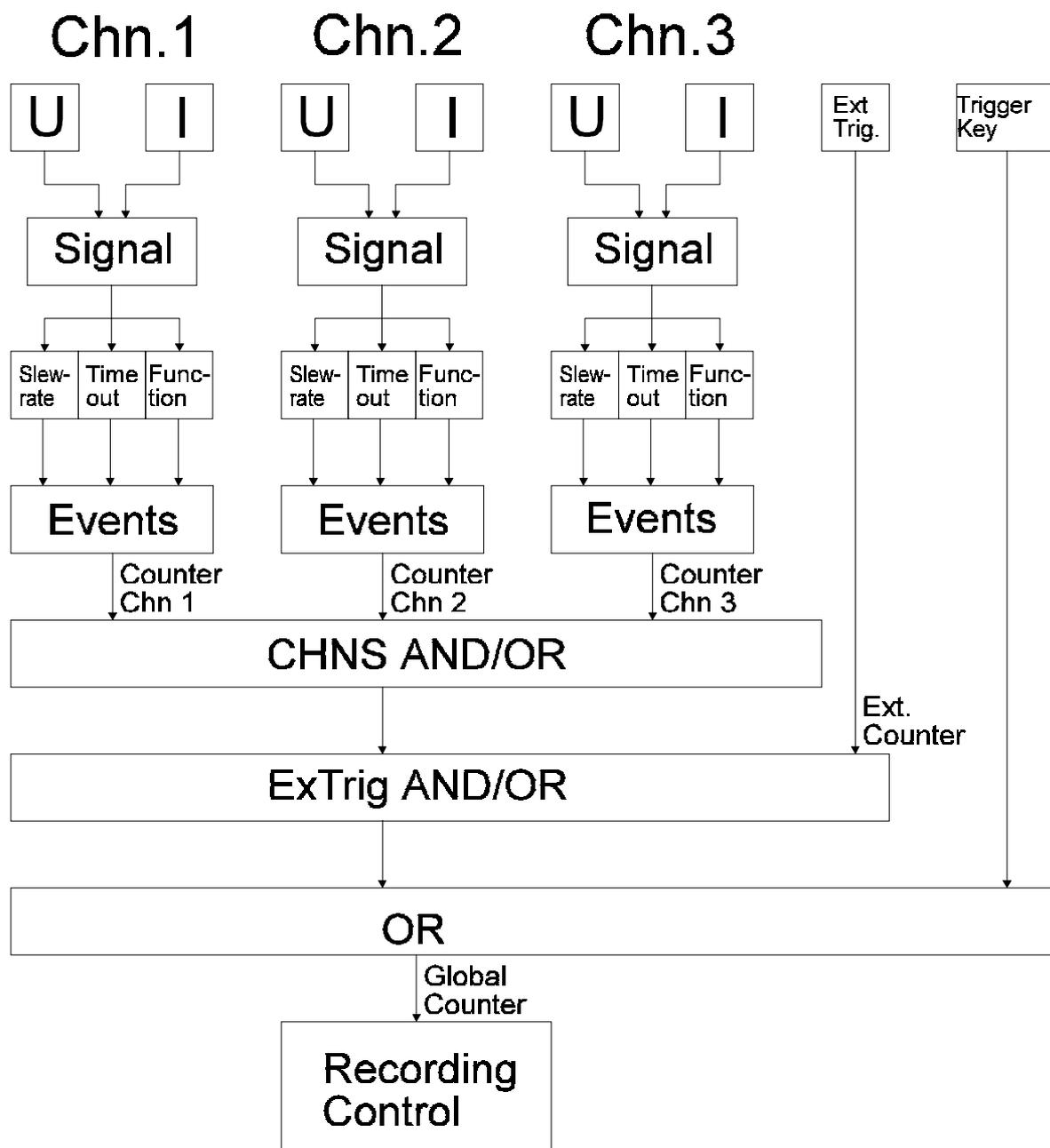
Event-Einstellung: 2+3

Funtion: overlim

Die Trigger-Bedingung dieses Kanals wird wahr, wenn die Abtastwerte des Kanals den oberen Grenzwert überschreiten oder wenn sie während des Time outs kleiner als 6.25% des Meßbereichs sind. Dieses Time out startet erst dann, wenn das Signal kleiner als diese 6.25%-Schwelle ist. Das Ereignis wird nicht vor Ablauf dieser Zeit generiert und dauert solange an, bis das Signal die 6.25%-Schwelle wieder überschreitet.

Wurde 'ext.out' als Triggermodus gewählt, wird der Ausgang während der Ereignisse niederohmig sein (hier dreimal). In den anderen Modi wird nur beim Auftreten der Ereignisse eine Reaktion ausgelöst (hier dreimal).

Das Zusammenwirken der verschiedenen Triggerquellen wird in nachfolgender Übersicht noch einmal dargestellt:



Eine am Strom- bzw. Spannungseingang anliegende Größe (auswählbar über **Signal**) wird den drei Überwachungseinheiten 'Slew-Rate', 'Time out' und 'Function' zugeführt. Diese geben einen logischen Pegel an die **Event** Verknüpfung weiter, der angibt, ob das spezielle Ereignis auftritt oder nicht. Das Ergebnis der **Event** Verknüpfung ist gleichzeitig das Ergebnis des Kanales. Der Zähler dieses Kanales wird jedoch nur erhöht wenn das wahre Ereignis des Kanales auch zu einem Ereignis des Gesamt-Systemes führt. Die drei Kanäle werden entsprechend der Einstellung von **CHNS AND/OR** verknüpft. Nicht benutzte Kanäle behindern die logische Verknüpfung nicht, d.h. bei UND Verknüpfung liefern sie logisch wahr,

bei ODER Verknüpfung logisch falsch. Das Ergebnis dieser Verknüpfung wird so mit dem externen Triggereingang verknüpft, wie es unter **ExTrig AND/OR** angegeben wurde. Schließlich wird dieses Ergebnis mit der *Trigger* Taste geodert. Erst wenn das Resultat jetzt wahr ist, bekommt das Gesamt-System ein Ereignis und startet die Aufzeichnung.

Da im Transientenmodus keine Effektivwerte gemessen werden, kann die automatische Meßbereichswahl des LMG310 nicht funktionieren. Im Transientenmodus wird daher immer auf manuelle Meßbereichswahl geschaltet. **Die Meßbereiche müssen vor einer Aufzeichnung eingestellt werden.** Werden die Bereiche geändert während eine Transientensuche läuft, wird die Suche sofort angehalten und die Zähler zurückgesetzt. Die Suche muß mit **Search** wieder gestartet werden.

Die Tasten *Trigger* und *Stop* haben besondere Bedeutungen:

- Mit *Trigger* wird ein Ereignis erzwungen, d.h. das Ereignis wird mit Betätigen der Taste ausgelöst. Dies ist sehr hilfreich, wenn die gemachten Einstellungen anhand eines 'Probeschuß' getestet werden sollen (Nur Modus single und repeat).
- Mit *Stop* wird die Transientensuche angehalten. Diese Taste ist im Transientenmodus von der Funktion her identisch mit dem Softkey **STOP**.

8.5 Datenaufzeichnung auf Speicherkarte und Drucker

8.5.1 Drucker

Normaler und harmonischer Modus

In den Meßwert-Anzeigemenüs des LMG310 (*Default, Voltage, Current, Power, Energy, Graph* sowie den benutzerdefinierten Menüs) können die angezeigten Größen auf einem Drucker ausgegeben werden. Dazu muß zunächst im Menü *Logging* mit **PRINTER DRIVER** der angeschlossene Drucker oder ein dazu kompatibler ausgewählt werden. Weiterhin muß mit **MODE** eingestellt werden, ob nur einmal oder mehrfach gedruckt werden soll. Bei Mehrfachausdruck ist noch mit **TIME PERIOD** das Zeitintervall zwischen zwei Ausdrucken festzulegen.

Nun kann man in die Anzeige wechseln, welche zu Papier gebracht werden soll und **PRINT** drücken. Im Menü *Graph* wird die Messung nun angehalten und ein Fenster erscheint, daß den Fortschritt des Ausdrucks anzeigt. Nach Beendigung der Ausgabe wird die Messung fortgesetzt. In allen anderen Anzeigemenüs werden die angezeigten Meßwerte im Hintergrund tabellarisch ausgegeben. Im harmonischen Modus werden nicht nur die auf dem Bildschirm angezeigten Werte ausgedruckt, sondern alle 50 Harmonische. Bei wiederholter Aufzeichnung

erscheint rechts unterhalb der Statuszeile ein zweites Fenster mit Informationen zum Ausdruck.

Wichtiger Hinweis:

Während das LMG310 Daten zum Drucker sendet, dürfen keine weiteren Druckanforderungen gestartet werden! Bei langsamen Druckern muß daher bei zyklischer Ausgabe darauf geachtet werden, daß die Ausgabezeitdauer kleiner ist als das Ausgabeintervall.

Transientenmodus

Der Ausdruck im Transientenmodus ist von der eingestellten Aufzeichnungsart (Modus) abhängig:

Modus ONLY EXTERN OUT:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>PRINT</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich
=CYCLE TIME	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich
TIME IN SEC.	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich
INTEGRAL INT	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich

Modus COUNTER:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>PRINT</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe in Textformat	Kein Ausdruck möglich
=CYCLE TIME	Ausgabe in Textformat	Kein Ausdruck möglich
TIME IN SEC.	Ausgabe in Textformat	Kein Ausdruck möglich
INTEGRAL INT	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses ein Ausdruck gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit).

Auf dem Ausdruck im Textformat erscheinen Datum, Uhrzeit und die Zählerstände aller Ereigniszähler.

Modus SINGLE GRAPH:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>PRINT</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe in Textformat	Graphischer Druck der Anzeige
=CYCLE TIME	Ausgabe in Textformat	Graphischer Druck der Anzeige
TIME IN SEC.	Ausgabe in Textformat	Kein Ausdruck möglich
INTEGRAL INT	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses ein Ausdruck gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit). Mit Hilfe des Softkey **SEARCH** kann nach Auftreten und Ausdruck eines Ereignis ein weiteres gesucht werden.

Modus REPEAT GRAPH:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>PRINT</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe in Textformat	Graphischer Druck der Anzeige
=CYCLE TIME	Ausgabe in Textformat	Graphischer Druck der Anzeige
TIME IN SEC.	Ausgabe in Textformat	Kein Ausdruck möglich
INTEGRAL INT	Kein Ausdruck möglich	Kein Ausdruck möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses ein Ausdruck gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit).

8.5.2 Speicherkarte

Bei den Aufzeichnungen auf Speicherkarte (PCMCIA Standard I, 64k-8MB, Standard DOS-Format, kann z.B. von einem Laptop gelesen werden) wird ein Datenformat verwendet, daß es erlaubt, die verschiedensten Aufzeichnungsarten (Meßwerte, Abtastwerte, ...) einheitlich zu beschreiben. Die Datei fängt grundsätzlich mit mehreren Zeilen im ASCII Format an, die den

Aufbau und den Inhalt der Datei beschreiben. Abgeschlossen wird eine Zeile mit <CR><LF>. Da die Daten in unterschiedlichen Formaten gespeichert werden können (ASCII oder binär), empfiehlt es sich die Datei immer im Binärmodus zu öffnen.

Die folgenden Befehle können in einer Datei auftreten:

DATA_ASCII=	Nach dem diese Zeile abschließenden <CR><LF> folgen die aufgezeichneten Daten im ASCII-Format. Gleichzeitig aufgezeichnete Daten werden durch ein oder mehrere Leerzeichen getrennt, zeitliche aufeinanderfolgende Daten werden durch <CR><LF> getrennt. Die Daten erstrecken sich bis zum Dateiende (EOF). Alle Zahlen werden im Fließkommaformat ausgegeben. Bei leeren Spalten erscheint '<>', ungültige Werte werden als '-----' angezeigt. Die Uhrzeit in der 1. Spalte wird als Offset zur Startzeit X0 (siehe unten) ausgegeben.
DATA_BINARY=	Nach dem diese Zeile abschließenden <CR><LF> folgen die aufgezeichneten Daten im Binärformat. Dabei wird die große Endian Form gewählt, die z.B. MOTOROLA verwendet. Die Reihenfolge der Datenaufzeichnung ist Highbyte, Lowbyte bzw. Highword, Lowword. Die Daten erstrecken sich bis zum Dateiende (EOF).
DATE=dd.mm.yy	Datum bei Aufzeichnungsbeginn.
DX=sec	sec ist die Zeitdauer zwischen zwei Aufzeichnungen in Sekunden. Diese Angabe wird vor allem bei der binären Aufzeichnung von Daten benötigt, um z.B. die Abtastrate zu erkennen. DX wird bei Angabe von XN (siehe unten) ignoriert.
FREQ=	Grundfrequenz des Signales bei Aufzeichnung von Abtastwerten.
REMark	leitet einen Kommentar ein. Alle Zeichen inklusive dem abschließenden YSEP gehören zu diesem Kommentar.
TYPE=	Gibt einen der folgenden Typen von Aufzeichnungsdaten an: NORMAL VALUES

HARMONIC VALUES

NORMAL SAMPLES

X0=hh.mm.ss	Die Uhrzeit bei Aufzeichnungsbeginn in Stunden (hh), Minuten (mm) und Sekunden (ss). Defaultwert ist 00.00.00
XN=Ynr	Zeigt an, daß die Uhrzeit in der Spalte nr steht. Wenn nicht über XN verändert, ist die Uhrzeit prinzipiell in der 1. Spalte zu finden. Diese Einstellung ist nur für Daten im ASCII Format gedacht.
YCOLnr=Größe/Einheit	Mit diesem Befehl werden die Daten in der Spalte nr bei Datenaufzeichnung im ASCII Format beschrieben. Die Größe entspricht der Anzeige auf dem Bildschirm, die Einheit ist die physikalische Dimension. Bei leeren Spalten folgt nach dem '=' das Zeilenendezeichen.
YFACT=Wert	Da bei binärer Aufzeichnung nur die Abtastwerte gespeichert werden (als 16 Bit signed Integer), müssen diese noch mit Wert multipliziert werden, um auf den „echten Abtastwert“ zu kommen. Defaultwert ist 1.0

Speicherbedarf

Der benötigte Platzbedarf ist davon abhängig, welche Werte gespeichert werden sollen:

Im normalen Modus ist ein genereller Header von 1kByte plus 17Byte für jeden aufzuzeichnenden Wert vorhanden. Pro Meßzyklus werden nun für jeden Wert ebenfalls 17Byte benötigt. Die Anzahl der aufzuzeichnenden Werte hängt vom gewählten Menü ab und ist 4, 9 oder 30.

Im Harmonischen Modus ist ein genereller Header von 1kByte plus 17Byte für jeden aufzuzeichnenden Wert vorhanden. Pro Meßzyklus werden nun für jeden Wert ebenfalls 17Byte benötigt. Die Anzahl der aufzuzeichnenden Werte ist immer 150.

Für die Speicherung von Abtastwerten im Scope Menü werden 41kByte pro Kanal benötigt.

Im Transientenmodus ist ein genereller Header von 1kByte plus 17Byte für jeden aufzuzeichnenden Wert vorhanden. Pro Meßzyklus werden nun für jeden Wert ebenfalls 17Byte benötigt. Die Anzahl der aufzuzeichnenden Werte ist immer 5.

Beispiel zur Berechnung des Speicherbedarfs:

Verwendet wird eine 1MB SRAM Karte; gespeichert werden pro Messzyklus 30 Werte; der Messzyklus dauert 1s.

1MB = 1024kB abzüglich 1kB allgemeiner Header: 1023kB

1023kB = 1047552Byte abzüglich 30 x 17Byte Kennung der kommenden Werte =

1047042Byte stehen für die Speicherung der Werte zur Verfügung

bei jedem Zyklus werden 30 x 17Byte = 510Byte Daten gespeichert: aufgeteilt auf die verfügbaren Byte: 1047042Byte / 510Byte = 2053 Zyklen. Bei einer Zykluszeit von 1s dauert es ca. 34min bis die Speicherkarte voll ist.

Normaler und harmonischer Modus

In den Meßwert-Anzeigemodus des LMG310 (*Default, Voltage, Current, Power, Energy, Graph* sowie den benutzerdefinierten Menüs) können die angezeigten Größen auf eine Speicherkarte ausgegeben werden. Dazu muß zunächst im Menü *Logging* mit **FILE NAME** der Name der Ausgabedatei vorgegeben werden. Weiterhin muß mit **MODE** eingestellt werden ob nur einmal oder mehrfach gedruckt werden soll. Bei Mehrfachausdruck ist noch mit **TIME PERIOD** das Zeitintervall zwischen zwei Ausdrucken festzulegen.

Nun kann man in die Anzeige wechseln, welche abgespeichert werden soll und *WRITE CARD* drücken. Zum Ausdruck des Menü *Graph* muß vorher im *Measuring* Menü auf 'single' geschaltet werden. In allen anderen Anzeigemodus werden die angezeigten Meßwerte im Hintergrund tabellarisch ausgegeben. Im harmonischen Modus werden nicht nur die auf dem Bildschirm angezeigten Werte, sondern alle 50 Harmonische ausgegeben. Bei wiederholter Aufzeichnung erscheint rechts unterhalb der Statuszeile ein zweites Fenster mit Informationen zur Aufzeichnung.

Bei einzelnen Aufzeichnungen (SINGLE REC.) wird bei jeder Betätigung von *WRITE CARD* eine neue Datei angelegt (d.h. der gewählte Dateiname bleibt erhalten, nur die Extension der Datei wird auf den nächsten freien Wert gesetzt). Bei wiederholter Aufzeichnung eines Menüs werden alle Daten in eine Datei geschrieben. Im Menü *GRAPH* wird jeder eingestellte Anzeigewert in eine separate Datei geschrieben.

Wichtiger Hinweis:

Während das LMG310 Daten zur Speicherkarte sendet, dürfen keine weiteren Ausgabeanforderungen gestartet werden!

Transientenmodus

Der Aufzeichnung im Transientenmodus ist von der eingestellten Aufzeichnungsart (Modus) abhängig:

Modus ONLY EXTERN OUT:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>WRITE CARD</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich
=CYCLE TIME	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich
TIME IN SEC.	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich
INTEGRAL INT	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich

Modus COUNTER:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>WRITE CARD</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe der Zähler	Keine Aufzeichnung möglich
=CYCLE TIME	Ausgabe der Zähler	Keine Aufzeichnung möglich
TIME IN SEC.	Ausgabe der Zähler	Keine Aufzeichnung möglich
INTEGRAL INT	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses eine Aufzeichnung gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit).

Modus SINGLE GRAPH:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>WRITE CARD</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe der Zähler	Ausgabe der Abtastwerte
=CYCLE TIME	Ausgabe der Zähler	Ausgabe der Abtastwerte
TIME IN SEC.	Ausgabe der Zähler	Keine Aufzeichnung möglich
INTEGRAL INT	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses eine Aufzeichnung gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit). Mit

Hilfe des Softkey **SEARCH** kann nach Auftreten und Ausdruck eines Ereignis ein weiteres gesucht werden.

Modus REPEAT GRAPH:

Einstellung des Aufzeichnungsmodus im <i>Logging</i> Menü	Menü in dem <i>WRITE CARD</i> gedrückt wurde	
	<i>Measuring</i>	<i>Graph</i>
SINGLE REC.	Ausgabe der Zähler	Ausgabe der Abtastwerte
=CYCLE TIME	Ausgabe der Zähler	Ausgabe der Abtastwerte
TIME IN SEC.	Ausgabe der Zähler	Keine Aufzeichnung möglich
INTEGRAL INT	Keine Aufzeichnung möglich	Keine Aufzeichnung möglich

Bei der Einstellung =CYCLE TIME wird bei jedem Auftreten eines Ereignisses eine Aufzeichnung gestartet (diese Bedingung ersetzt die nicht mehr vorhandene Zykluszeit).

8.5.3 SRAM Karte mittels PCCard (PCMCIA) Slots eines Laptops bearbeiten

Mittels eines Laptops 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.

8.5.4 Ausgabe von Scope- und Plotgraphen auf einen PC

Das LMG310 bietet die Möglichkeit angezeigte Scope und Plotdarstellungen direkt in einen PC einzuspeisen und in Standardanwendungen weiterzuverarbeiten. Ein wesentlicher Vorteil hiervon ist, daß die Plots von drei Kanälen in drei verschiedenen Graphen ausgegeben werden.

Nötig hierzu ist ein Programm, das von der Homepage www.zes.com unter Download bezogen werden kann. Im Logging Menü muß dazu der Druckertyp auf BMP2PC gestellt werden.

8.5.4.1 Verbindung zwischen LMG310 und PC

Zur Verbindung zwischen beiden Geräten muß ein Nullmodemkabel oder ein RS232 Kabel mit Nullmodem Adapter verwendet werden (Bezug vom Gerätehersteller möglich). Am LMG310 wird das Kabel an die Auxilliary Buchse und am PC ein freien seriellen Port (Com1 oder 2) angeschlossen. Die Einstellungen am PC können der Hilfedokumentation des Programmes entnommen werden. (wichtig: die Baudrate muß 38400 sein!!!).

8.5.4.2 Start der Datenübertragung

Um die Ausgabe zu starten, muß nun einfach, bei gestartetem BMP2PC die Printtaste gedrückt werden. Das übertragene Bild baut sich auf dem PC auf. Diese Datei kann nun unter dem Bitmapformat abgespeichert und somit in den meisten Standardanwendungen verwendet werden.

8.6 Beschreibung der modifizierten externen Shunteingänge (Option L31-O14)

Bei LMG310 Instrumenten mit externen Shunteingängen, die auf einen Bereich von $\pm x$ V modifiziert wurden (Option L31-O14), sind folgende Besonderheiten zu beachten:

8.6.1 Serienmäßige Eingänge

Im Menü *Ranges* unter dem Punkt **Sca Shu** wird bei den serienmäßigen Eingängen der Nennwert des angeschlossenen Shunts eingetragen. Das LMG310 berechnet daraus nach der

Formel $I_{peak} = \frac{U_{peak}}{R_{nenn}}$ den Spitzenstrom, der bei den drei Meßbereichen (30mV, 100mV und

300mV Spitzenwert) gemessen werden kann. Dazu errechnet das LMG310 einen internen Umrechnungsfaktor, der die anliegende Spannung in den angezeigten Strom umrechnet.

Beispiel 1

Es wird ein Widerstand von 0.1Ω eingegeben. Daraus wird ein Strommeßbereich von 3A Spitze berechnet (im größten Bereich).

8.6.2 Modifizierte Shunteingänge

Bei den modifizierten Shunteingängen ist die anliegende Spannung um den Faktor $xV/0.3V=y$ größer. Das Gerät rechnet intern aber nach wie vor mit 300mV Spitze. Für Geräte mit modifizierten Eingängen muß daher zunächst der Nennwert des Shunts mit $1/y$ multipliziert werden. Dieser berechnete Wert kann dann eingegeben werden.

Beispiel 2

Der Shunteingang ist auf $x=1.2V$ Spitze modifiziert worden (L31-O14-B). Damit wird $1/y=0.25$. Der benutzte Shunt hat einen Nennwert von 0.1Ω . Demzufolge wird ein Wert von $0.1\Omega \cdot 0.25 = 0.025\Omega$ eingegeben. Daraus ergibt sich ein Strombereich von $300mV/0.025\Omega=12A$ Spitze.

Auf der Anzeige werden nun die Werte korrekt angezeigt.

Bitte beachten:

Im Menü *Range* müssen die Skalierungsfaktoren **SCA** auf 1.0 stehen.

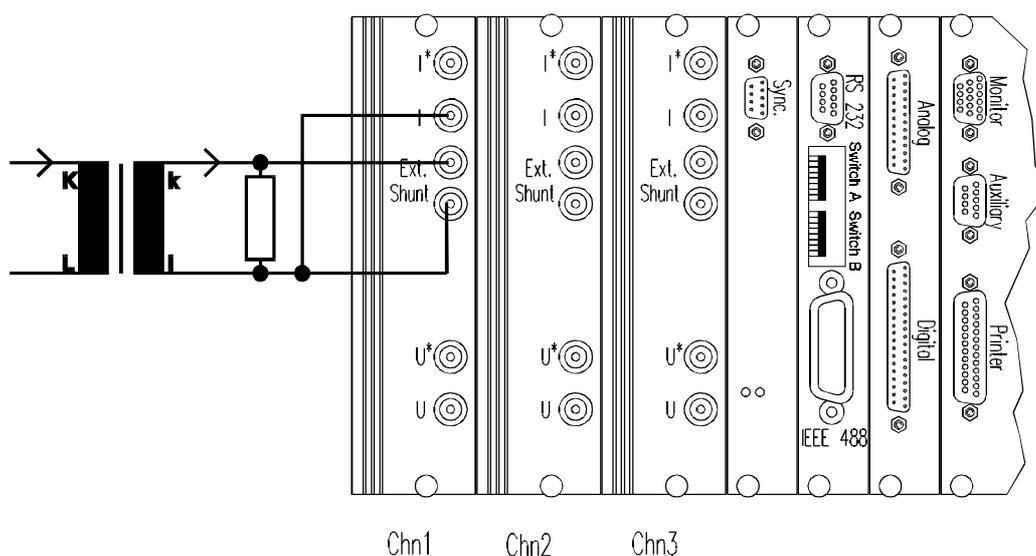
8.6.3 Modifizierte Shunteingänge bei Verwendung eines Stromwandlers

Wird statt des direkt in den Stromkreis eingebauten Shunts ein Aufbau gewählt, bei dem der Strom über einen Stromwandler zunächst heruntergesetzt und dann über einen Widerstand in eine Spannung gewandelt wird, so ist dieser Widerstand als Shunt anzusehen. Dessen Wert muß mit dem Faktor $1/y$ multipliziert und im Menü *Ranges* unter dem Punkt **Sca Shu** eingetragen werden. Das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers wird im Menü *Range* unter **Sca Shu** eingegeben.

Beispiel 3

Der Shunteingang ist auf $x=3V$ Spitze modifiziert worden (L31-O14-B). Damit wird $1/y=0.1$. Ein Strom von 1000A Spitze wird über einen Stromwandler mit dem Verhältnis 1000:1 auf 1A Spitze heruntergesetzt. Dieser kleinere, sekundärseitige Strom wird über einen Widerstand

von 3Ω in eine Spannung von 3V Spitze umgesetzt, die wiederum auf die externen Shunteingänge des LMG310 gegeben wird. Im Menü **Shunts** wird nun ein Shuntwert von $3\Omega \cdot 0.1 = 0.3\Omega$ eingegeben. Das LMG310 berechnet daraus die Meßbereiche zu 0.05A, 0.166A und 0.5A (Effektivwert) bzw. 0.1A, 0.33A und 1A (Spitze). Das Übersetzungsverhältnis wird im Menü Range mit dem Faktor von 1000.0 eingegeben. Somit werden die Meßbereiche des LMG310 auf 50A, 166.66A und 500A (Effektivwert) bzw. 100A, 333.33A und 1000A (Spitze) erweitert.



Anmerkung: Der Stromwandler kann, je nach Frequenzbereich, ein klassischer 50Hz Stromwandler oder ein elektronischer Stromwandler (z.B. LEM-Wandler) sein, der auch DC-Signale übertragen kann.

Beispiel 4

Der Shunteingang ist auf $x=1200\text{mV}$ Spitze (600mV effektiv, L31-O14-B) modifiziert worden. Damit wird $1/y=0.25$. Ein Strom von 1000A Spitze wird über eine Strommeßzange auf 1V Spitze heruntergesetzt (Verhältnis 1mV/A) und auf die externen Shunteingänge des LMG310 gegeben. Diese Stromzange verhält sich somit wie ein Shunt mit $1\text{V}/1000\text{A}=1\text{m}\Omega$. Im Menü **Range Shunts** wird nun ein Shuntwert von $1\text{m}\Omega \cdot 0.25=250\mu\Omega$ eingegeben. Das LMG310 berechnet daraus die Meßbereiche zu 60A, 200A und 600A (Effektivwert) bzw. 120A, 400A und 1200A (Spitze).

8.6.4 Übersicht der verschiedenen Ausführungen

Ausführung	Eingangswiderstand	Bereich 1 Nennwert(V) <i>Spitzenwert(V)</i>	Bereich 2 Nennwert(V) <i>Spitzenwert(V)</i>	Bereich 3 Nennwert(V) <i>Spitzenwert(V)</i>	Multiplikator 1/y für die Shunteingabe
L31-O14-A	99.1k Ω	0.015 <i>0.030</i>	0.050 <i>0.100</i>	0.150 <i>0.300</i>	1
L31-O14-B	99.1k Ω	0.06 <i>0.12</i>	0.20 <i>0.40</i>	0.60 <i>1.20</i>	0.25
L31-O14-C	1M Ω	0.15 <i>0.30</i>	0.50 <i>1.00</i>	1.50 <i>3.00</i>	0.1
L31-O14-D	1M Ω	0.6 <i>1.2</i>	2.0 <i>4.0</i>	6.0 <i>12.0</i>	0.025
L31-O14-E	1M Ω	15 <i>30</i>	50 <i>100</i>	150 <i>300</i>	0.001
L31-O14-F	1M Ω	60 <i>120</i>	200 <i>400</i>	600 <i>1200</i>	0.00025

Beispiel 5

Ein Gerät, das mit L31-O14-B ausgestattet ist, soll mit einer Stromzange mit Spannungsausgang betrieben werden.

Meßbereich Stromzange für Vollaussteuerung von 1V	1000A	100A	10A
Übersetzung der Zange	1mV/A	10mV/A	100mV/A
entspricht einem Shunt von	1m Ω	10m Ω	100m Ω
Multiplikator 1/y für die Shunteingabe laut Tabelle	0.25	0.25	0.25
Als Shuntwert in das LMG310 einzugeben	250 $\mu\Omega$	2.5m Ω	25m Ω

9 Applikationshinweise

9.1 Prüfungen nach EN61000-3

9.1.1 Oberschwingungen (EN61000-3-2)

Wenn Betriebsmittel nach der EN60555-2/EN61000-3-2 auf ihre Rückwirkungen auf Stromversorgungsnetze, verursacht durch Oberschwingungen, untersucht werden sollen, muß das Betriebsmittel zunächst klassifiziert werden. Dazu werden in der Norm folgende vier Geräteklassen geschaffen:

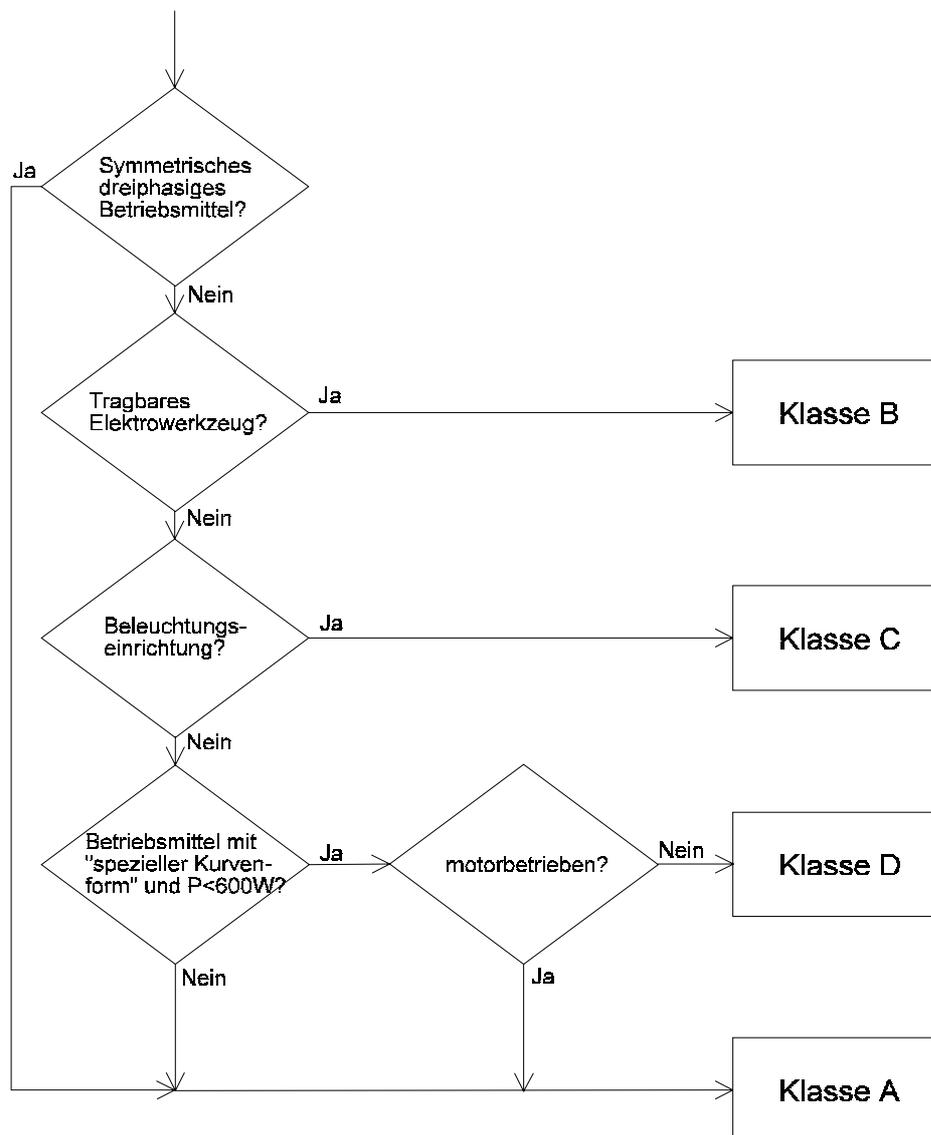
Klasse A: Symmetrische dreiphasige Betriebsmittel und alle anderen Betriebsmittel ausgenommen diejenigen, die in einer der folgenden Klassen genannt sind.

Klasse B: Tragbare Elektrowerkzeuge.

Klasse C: Beleuchtungseinrichtungen einschließlich Beleuchtungsreglern.

Klasse D: Betriebsmittel, die einen Eingangsstrom mit einer „speziellen Kurvenform“ haben und deren Eingangsleistung $\leq 600\text{W}$ ist.

Zunächst muß nun das zu untersuchende Gerät entsprechend eingeteilt werden. Diese Zuordnung kann entsprechend dem nachfolgenden Flußdiagramm geschehen:



Zur Überprüfung der „speziellen Kurvenform“ wird im normalen Meßmodus im Menü *GRAPH* der Softkey **CLASS D** betätigt. Es erscheint der, Strom und die spezielle Kurvenform. Diese muß mit den Cursortasten so verschoben werden, daß die Mittellinie M mit dem Scheitelwert des Eingangsstromes zusammenfällt. Mit Hilfe der Anzeige im unteren Teil der Anzeige kann festgestellt werden, zu wieviel Prozent der Strom innerhalb der Einhüllenden liegt, und ob die von der Norm geforderten 95% eingehalten werden. Ist dieser Test positiv verlaufen, muß noch im Menü *POWER* überprüft werden, ob die Leistungsaufnahme $\leq 600W$ ist.

Nachdem das Betriebsmittel nun klassiert ist, wird im *Measuring* Menü mit **HRM** auf den harmonischen Modus umgeschaltet. Mit **JUDGE** und **CLASS** wird nun die eben ermittelte

Gerätekategorie eingestellt. Durch diese Einstellung werden automatisch die richtigen Grenzwerte für das Betriebsmittel eingestellt. Nun kann in den Menüs *Current* oder *GRAPH* die Einhaltung der Grenzwerte überprüft werden. Bei *Current* wird mit **LIST 2** ein Anzeigemodus erreicht, der den Effektivwert jeder Oberschwingung, den zulässigen Grenzwert und das Verhältnis von Effektivwert zu Grenzwert in % ausgibt. Bei *GRAPH* wird mittels **JUDGE** eine ähnliche Anzeige erreicht. Hierbei ist zu beachten, daß aus Gründen der Übersichtlichkeit das Verhältnis von Effektivwert zu Grenzwert negativ dargestellt wird!

Zur Überprüfung der Qualität der speisenden Quelle kann man im Voltage Menü mit LIST2 ein Anzeigemodus erreicht, der den Effektivwert der Spannung jeder Oberschwingung, den zulässigen Grenzwert der Norm und das Verhältnis von Effektivwert zu Grenzwert in % ausgibt. Bei *GRAPH* wird mittels **JUDGE** eine ähnliche Anzeige erreicht. Hierbei ist zu beachten, daß aus Gründen der Übersichtlichkeit das Verhältnis von Effektivwert zu Grenzwert negativ dargestellt wird!

Bei der Spannung werden neben den in der Norm angegebenen Grenzwerten für die harmonischen Komponenten noch die Frequenz und die Spannungsamplitude geprüft. Dabei sind jeweils zwei Fälle möglich:

$$U = 230V \pm 2\% \text{ oder } 400V \pm 2\%$$

$$f = 50Hz \pm 0.5\% \text{ oder } 60Hz \pm 0.5\%$$

Die Überprüfung der Grenzwerte hat ein positives Ergebnis, wenn einer der beiden Fälle eingehalten wird.

Achtung!

Dies ist nur eine kurze Einführung, die zeigen soll, wie gemessen wird. Für Sonderbestimmungen zu einzelnen Prüflingen ist die jeweils gültige Fassung der Norm heranzuziehen.

Die Grenzwerte der EN61000-3 beinhalten, nach EN50222, die Meßunsicherheiten der Meßeinrichtung. Somit entscheidet der angezeigte Wert eines Meßgerätes darüber, ob eine Prüfung bestanden ist oder nicht. Es ist nicht zulässig, einen angezeigten Wert um den Meßfehler des Meßgerätes zu verringern.

Während einer Messung ist darauf zu achten, daß der Spannungsabfall am Strommeßpfad nicht größer als 150mVpk wird. Es ist daher sicherzustellen, daß der Sense-Anschluß der Quelle sich immer hinter dem Strommeßpfad befindet.

9.1.2 Spannungsschwankungen, Flicker (EN61000-3-3)

Im *Measuring* Menü wird mit **FLK** auf den Flickermodus umgeschaltet. Mit **RANGE**, **SHORT TIME** und **PERIOD** werden nun die Randbedingungen für die Messung eingestellt. Anschließend ist im *Range* Menü noch der entsprechende Meßbereich einzustellen.

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt im *Default* und *Graph* Menü. Dort werden neben den Größen des Flickermeters (P_{st} , P_{It} und P_{mom}) noch die Größen der Halbwellen-Effektivwertmessung (U_{hrms} , d_c , d_{max}) und die verstrichenen Zeiten angezeigt.

Im *Graph* Menü werden die Halbwelleneffektivwerte von Strom, Spannung sowie der momentane Flickerpegel P_{mom} als Graph über der Zeit dargestellt.

Achtung!

Dies ist nur eine kurze Einführung, die zeigen soll, wie gemessen wird. Für Sonderbestimmungen zu einzelnen Prüflingen ist die jeweils gültige Fassung der Norm heranzuziehen.

9.2 Anwendungsbeispiele

Nachfolgend ist eine Sammlung von Anwendungsbeispielen aufgeführt. Diese soll einerseits als Anregung für neue Meßaufgaben dienen, andererseits kann sie auch Tips und Hilfen bei eigenen Meßproblemen geben.

9.2.1 Halogenlampen

Bei elektronischen Transformatoren (Schaltnetzteilen) für Niederspannungs-Halogenlampen, die prinzipbedingt eine mit der doppelten Netzfrequenz amplitudenmodulierte Ausgangsspannung liefern, ist das LMG310 auf LINE-Synchronisation einzustellen. Dabei sind die Hinweise für diese Synchronisationsart zu beachten (siehe unten).

Line-Synchronisation:

Wird als Synchronisationsquelle LINE gewählt, wird auf das Netz synchronisiert, aus dem das LMG310 versorgt wird. Messungen bei dieser Einstellung sind nur dann richtig, wenn der Meßkreis frequenzstarr mit dem Versorgungsnetz des LMG310 verbunden ist. Dies ist z.B. nicht der Fall, wenn elektronische Prüflingsspeisequellen verwendet werden, bei denen die Arbeitsfrequenz eingestellt werden kann. Weiterhin muß die Versorgungsspannung näherungsweise sinusförmig sein, damit die Frequenz korrekt ermittelt werden kann.

9.2.2 Messungen an Transformatoren und Baugruppen mit kleinen Leistungsfaktoren

Bei Messungen der Leistung an Bauteilen oder -gruppen mit kleinem Leistungsfaktor (z.B. Induktivitäten oder Kondensatoren) wird die Unsicherheit des Leistungsmeßwertes relativ groß. Es besteht jedoch die Möglichkeit, das LMG310 speziell bei kleinem Leistungsfaktor nach Kundenvorgaben abzugleichen. Für die genauen Abgleichpunkte und die dabei erzielbaren Unsicherheiten wenden Sie sich bitte an Ihren Händler oder direkt an den Hersteller. Typischerweise kann die Meßgenauigkeit um den Faktor 20-40 gesteigert werden (bei $\lambda \geq 0.01$ ist der Fehler für die Wirkleistung $\leq 1\%$).

Ein wichtiger Wert bei der Transformatorenmessung ist die korrigierte Leistung nach VDE0532 T1. Sie ist unter den Kürzeln P1corr, P2corr, P3corr und PΣcorr in den benutzerdefinierten Menüs verfügbar.

9.2.3 Messung von Phasenwinkeln

Mit dem LMG310 ist es möglich, verschiedene Arten von Phasenwinkeln zu messen:

Im normalen Meßmodus wird der Winkel zwischen Strom und Spannung aus dem Leistungsfaktor berechnet. Es ist zu beachten, daß diese Winkelangabe nur korrekt ist, wenn die Signale sinusförmig sind.

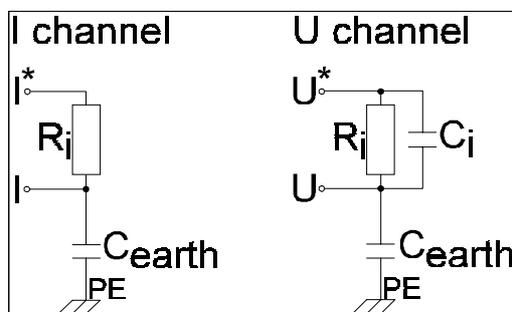
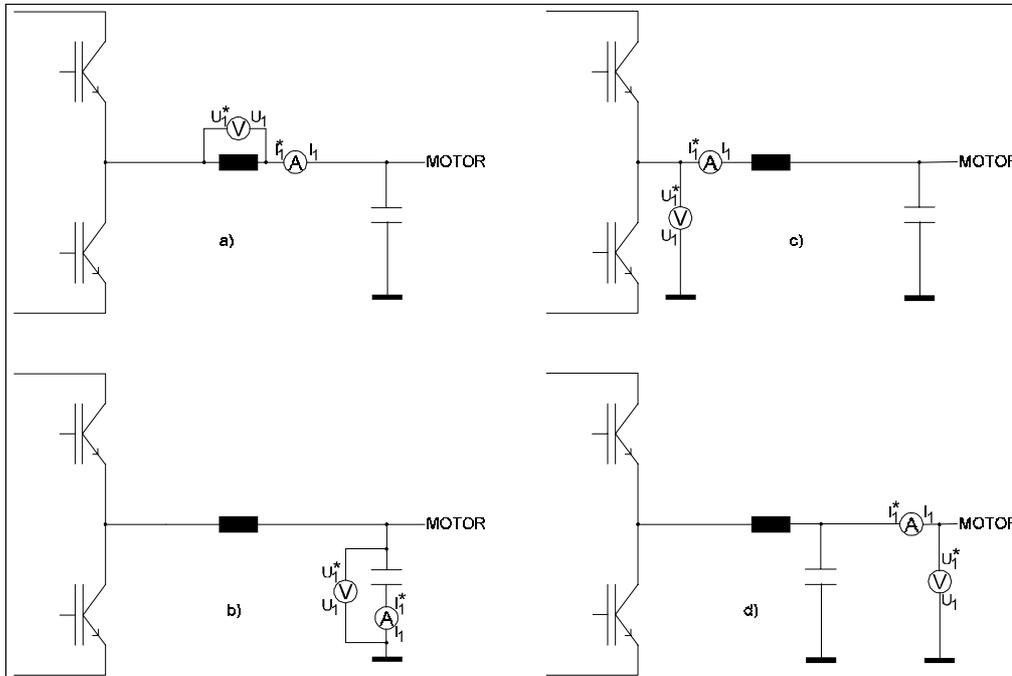
Im harmonischen Modus ist es möglich, die Winkel zwischen beliebigen Harmonischen zu berechnen, d.h. sowohl zwischen Strom und Spannung als auch zwischen zwei Spannungen oder Strömen. Als grundlegende Definition ist hier wichtig, daß der Winkel der Grundschwingung der Spannung immer 0° ist. Alle anderen Winkel sind auf diesen Winkel bezogen. Somit ist es auch möglich, die Phasenverschiebung zwischen den Grundschwingungen von U1 und U2 zu messen (siehe auch Fresnelldiagramm und 5.6 Graphische Darstellungen).

9.2.4 Messungen an Frequenzumrichter und Motor

Bei Messungen am Frequenzumrichter können durch die hohen Frequenzen und kurzen Anstiegszeiten sehr leicht Meßfehler entstehen. Nachfolgend nun einige Hinweise zur Entstehung und Vermeidung dieser Fehler.

Als Beispiel sei die nachfolgende Schaltung gegeben. Sie zeigt eine Phase eines Frequenzumrichteranges mit nachgeschaltetem Tiefpaßfilter zur Unterdrückung der hochfrequenten Signalanteile auf den Leitungen zum Motor (z.B. aus EMV-Gründen).

An dieser Anordnung können nun verschiedene Messungen vorgenommen werden:



a) Messung des Stromes durch die Drossel und Messung des Spannungsabfalls über der Drossel. Somit läßt sich die Verlustleistung in der Drossel erfassen. Hierbei ist darauf zu achten, daß der I-Anschluß des Meßkanales zum Motor hin und der I*-Anschluß zur Drossel hin liegt. Der Grund dafür ist die unterschiedliche Kapazität der beiden Buchsen gegen Erde (Schutzleiter). Die Erd-

Kapazität der I-Buchse ist wesentlich größer. Dadurch wird erreicht, daß der über C_{earth} fließende Ableitstrom, der Teil des Drosselstromes ist, auch über den Meßshunt fließt und somit auch gemessen wird. Der U-Kanal sollte wie dargestellt angeschlossen werden, da der Fehler durch den Spannungsabfall im Strommeßpfad in der Regel größer ist, als der Fehler durch den Strom über den Spannungspfad.

b) Messung der Verlustleistung im Filterkondensator. Hierbei wird Strom und Spannung wie gewohnt gemessen (U^* und I^* am höheren Potential). Wichtig ist hier, die stromrichtige Messung anzuwenden, damit der Strom über den Spannungspfad nicht mitgemessen wird

(dieser kann in diesem Fall etwa so groß werden, wie der Leckstrom durch den Kondensator!).

- c) Mit dieser Anordnung wird die Ausgangsleistung der Halbbrücke gemessen. Auch hier werden der Strom- und Spannungsmeßpfad mit U^* bzw. I^* gegen das höhere Potential geschaltet. Hier ist wiederum die spannungsrichtige Meßschaltung zu bevorzugen.
- d) Mit dieser letzten Anordnung wird schließlich die aufgenommene elektrische Leistung des Motors bestimmt. Hierbei sollte, wie gezeigt, spannungsrichtig gemessen werden, da der Fehler durch den Spannungsabfall im Strommeßpfad in der Regel größer ist, als der Fehler durch den Strom über den Spannungspfad.

Wichtiger Hinweis:

Wird z.B. die Eingangsleistung des gezeigten Tiefpasses mit den Filtern des LMG310 und die Ausgangsleistung ohne diese Filter gemessen, kann es sein, daß die Eingangsleistung kleiner angezeigt wird als die Ausgangsleistung. Dies liegt daran, daß die im Gerät eingebauten Filter 8. Ordnung sind und von der Eingangsleistung nur die Grundschiwingung messen. Das zu messende LC-Filter 1. Ordnung läßt jedoch auch weitere Harmonische passieren. Wird die Ausgangsleistung ohne interne Filter gemessen, so ist diese dann höher.

Hinweis:

Üblicherweise werden solche Anwendungen mit Filter gemessen, wobei die Grenzfrequenz knapp oberhalb der Grundfrequenz liegt. Somit werden nur die Signalanteile gemessen, die zum Drehmoment beitragen.

9.2.5 Verwendung der verketteten Werte für Differenzmessungen

Bei der Berechnung der verketteten Werte (Stern-Dreieck-Umrechnung) wird intern die Differenz der Momentanwerte zweier Signale gebildet. (siehe Kapitel 'Verkettete Größen, Stern-Dreieck-Umrechnung'). Diesen Umstand kann man sich für folgendes Meßproblem zunutze machen:

An einer Leuchtstofflampe mit parallel geschalteter Starterelektronik soll die Leistungsaufnahme gemessen werden. Das Problem stellt die Starterelektronik dar, die auch im Betrieb eine kapazitive Last darstellt. Somit ist es mit herkömmlichen Meßgeräten nicht möglich, den Lampenstrom zu erfassen. Als Abhilfe wird mit einer Stromzange die Differenz des in die obere Elektrode hinein- und herausfließenden Stromes ermittelt. Bei 50Hz Anwendungen kann mit dieser Methode sowohl der Strom als auch die Leistung bestimmt werden. Bei höherfrequenten Anwendungen wird zwar der Strom im Rahmen der

Meßgenauigkeit der Stromzange annähernd richtig ermittelt, aber eine Leistungsmessung ist wegen der nicht spezifizierten Phasendrehung der Zange sehr ungenau.

Mit dem LMG310 ergibt sich jedoch eine Möglichkeit, den Lampenstrom amplituden- und phasenrichtig zu bestimmen und auch die aufgenommene Leistung der Lampe richtig zu bestimmen. Aus Gründen der Gleichtaktunterdrückung sollten die Strommeßkanäle in die erdnäheren Leitungszweige gelegt werden.

Das eigentliche Meßproblem ist, daß der Momentanwert des gesuchten Stromes i_L die Differenz der Abtastwerte von i_c und i_{sum} ist. Der Effektivwert ist dementsprechend:

$$I_L = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_L^2(t) dt} \quad \text{mit } i_L = i_{sum} - i_c$$

$$I_L = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{sum}(t) - i_c(t))^2 dt}$$

Diese Gleichung ist, multipliziert mit dem Faktor $1/3$ mit der Gleichung für I_{12} , die bei der Berechnung der verketteten Größen verwendet wird, identisch:

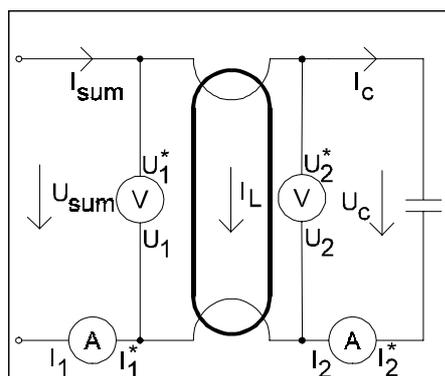
$$I_{12} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t=0}^T (i_{1p}(t) - i_{2p}(t))^2 dt}$$

Die Berechnung von I_{12} aus i_{1p} und i_{2p} findet statt, wenn im Wiring für die Strommessung I_{Δ} gewählt wird. I_{12} ist dann exakt $1/3$ des gesuchten Lampenstromes I_L .

Zur Berechnung der Leistung muß nun eine Formel gefunden werden, bei der die Leistung aus einer Spannung und dem Strom i_{12} gebildet wird. Die einzige Formel, die diese Anforderung erfüllt ist:

$$P_{12} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i_{12}(t) * u_{12}(t) dt$$

Da für die Berechnung dieser Formel die Messung von u_{12} (bei der Stern-Dreieck-Umrechnung wäre dies die verkettete Spannung) vorausgesetzt wird, muß als Wiring für die Spannung U_{Δ} gewählt werden, da bei dieser Meßanschaltung die am Kanal 1 gemessene Spannung als U_{12} angenommen wird!



Als Wiring ist also $U\Delta$, $I\Delta$ zu wählen. Bei dieser Einstellung wird angenommen, daß am Leistungsmeßkanal 1 des LMG310 der Strom I_{1p} (hier I_{sum}) sowie die Spannung U_{12} (hier U_{sum}) und am Leistungsmeßkanal 2 des LMG310 der Strom I_{2p} (hier I_c) sowie die Spannung U_{23} (hier U_c) anliegen. Wird nun nach obiger Formel I_{12} berechnet, so ist dies exakt $1/3$ des gewünschten Differenzstromes. Mit dem berechnete Strom i_{12} und der am Leistungsmeßkanal 1 anliegende Spannung u_{12} wird p_{12} gebildet. Diese Wirkleistung P_{12} ist $1/3$ der Lampenleistung, da der Strom I_{12} ebenfalls nur $1/3$ des echten Lampenstromes I_L ist.

Die Ausgabe der Meßwerte wird über den Formeleditor in einem benutzerdefinierten Menü gemacht, um die echten Werte der Ströme und Leistungen anzeigen zu können:

Den Variablen sind folgende Namen und Berechnungsformeln zuzuweisen:

<u>Variable</u>	<u>Name</u>	<u>Formel</u>	<u>Bemerkung</u>
VAR1:	$U_{sum} =$	U12	Spannung an der Lampe
VAR2:	$U_c =$	U23	Spannung an der Starterelektronik
VAR3:	$I_{sum} =$	I1P	Gesamtstrom
VAR4:	$I_c =$	I2P	Strom im Starterzweig
VAR5:	$I_L =$	I12*3	Strom im Lampenzweig
VAR6:	$P_L =$	P12*3	Leistung der Lampe
VAR7:	$P_c =$	P2	Leistung der Starterelektronik
VAR8:	$P_{sum} =$	P1	Gesamtleistung

Hinweis:

Bei Benutzung der verketteten Größen wird die an einem Leistungsmeßkanal physikalisch anliegende Spannung $U_{1,2,3}$ je nach Wiring als $U_{1p,2p,3p}$ (bei $U\Delta$) oder $U_{12,23,31}$ (bei $U\Delta$) interpretiert. Die physikalisch anliegenden Ströme $I_{1,2,3}$ werden analog je nach Wiring als $I_{1p,2p,3p}$ (bei $I\Delta$) oder $I_{12,23,31}$ (bei $I\Delta$) interpretiert. Der jeweils fehlende Wert wird berechnet. D.h. I_1 ist immer mit I_{1p} oder I_{12} identisch (analoges gilt für U)!

In obigem Beispiel sind folgende Werte identisch:

$$U_{12} = U_1$$

$$U_{23} = U_2$$

$$I_{1p} = I_1$$

$$I_{2p} = I_2$$

Bei den Leistungen werden drei Werte berechnet:

- $P_{1,2,3}$: Die aus den am Meßkanal direkt anliegenden Größen berechnete Leistung (Kanalleistung).
- $P_{1p,2p,3p}$: Eine aus gemessenen und/oder berechneten Größen gebildete Leistung.
- $P_{12,23,31}$: Eine ebenfalls aus gemessenen und/oder berechneten Größen gebildete Leistung.

Normalerweise beschreibt, je nach Wiring, nur eine dieser drei Leistungen die Verhältnisse am Prüfling. Die beiden anderen ergeben in der Regel keinen Sinn.

In dem oben angeführten Beispiel ist jedoch zu beachten, daß die Leistung der Lampe aus einer gemessenen Spannung und einem berechneten Strom, die Leistung des Starters jedoch aus einer gemessenen Spannung und einem gemessenen Strom berechnet wird. Somit geben sowohl die Leistungen P_1 , P_2 als auch die Leistung P_{12} die Verhältnisse am Meßobjekt wieder!

9.2.6 Wirkungsgrad von DC betriebenen Umrichtern und Zwischenkreismessungen

Um den Wirkungsgrad in Schaltungen zu testen, in denen der Frequenzumrichter DC gespeist wird (z.B. bei Elektroautos), ist es notwendig, den dreiphasigen Ausgang und den DC Eingang gleichzeitig zu messen.

Testschaltung

Mit den 3 Leistungsmeßkanälen wird die Ausgangsleistung (P) des Umrichters gemessen.

Um die DC Eingangsleistung (oder auch die Zwischenkreisspannung) zu messen, werden die Analogeingänge verwendet. Die Spannung wird dabei auf etwa 10V heruntergeteilt und direkt mit dem Eingang 1 (AIn1) gemessen. Der Strom wird über einen speziellen Stromwandler gemessen. Dies hat drei Gründe:

- Um eine Potentialtrennung zwischen Messobjekt und Messeingang zu erreichen.
- Der Hauptstrom ist im DC Anteil enthalten. Stromzangen können dies nicht messen.
- Der kleine AC-Anteil muß mitgemessen werden.

Die speziellen Stromwandler haben ein Ausgangssignal von etwa 400mA. Dieses kann mit dem speziell modifizierten Analogeingang AIn2 gemessen werden. Der AC Rippel wird mittels eines Tiefpaßfilters gemittelt. Dieses Filter hat eine umschaltbare Grenzfrequenz von 100Hz oder 7Hz.

Mit dem Formeleditor kann man nun AIn1 und AIn2 zur DC Eingangsleistung multiplizieren: $P_{dc} = A_{In1} * A_{In2}$. Mit einer zweiten Formel kann nun der Wirkungsgrad in Prozent bestimmt werden ($\lambda = P/P_{dc} * 100$).

Kalibrierung

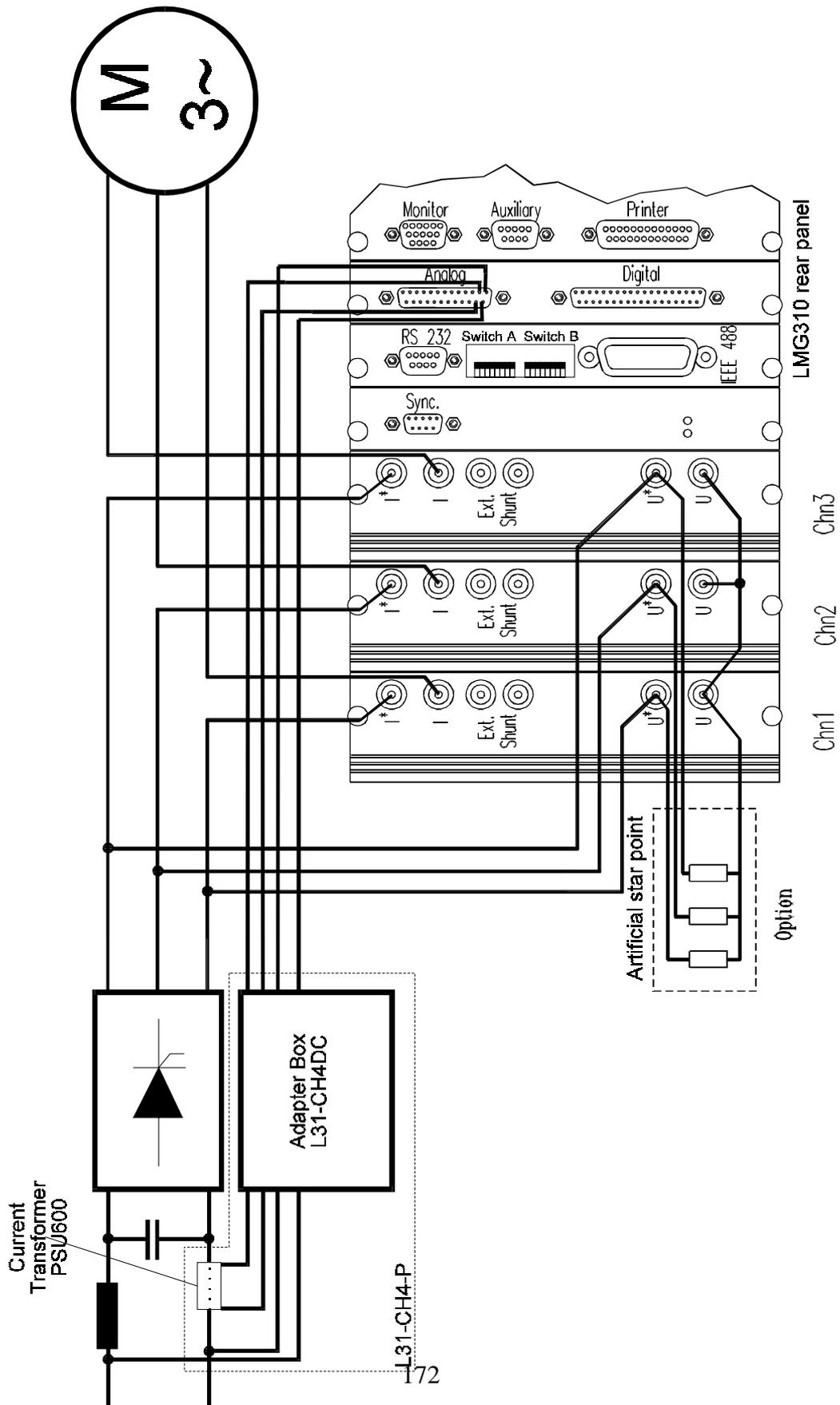
Die Genauigkeit der Analogeingänge kann jederzeit überprüft werden, indem das gleiche Signal zusätzlich mit einem normalen Kanal gemessen und das Ergebnis verglichen wird.

Einschränkungen

Der Spannungseingang wird von ZES für die gewünschte Spannung ausgelegt. Der Spannungsteiler ist aus vier Widerständen in Reihe aufgebaut. Die Verbindung zwischen dem zweiten und dritten Widerstand ist mit Erde verbunden. Dies wurde aus sicherheitstechnischen Gründen gemacht. Die Widerstände sind sehr hochohmig, sodaß die Querströme sehr klein sind.

Benötigt werden

- LMG310-F, LMG310-C oder LMG310-B. Alle LMG310 können benutzt werden, unabhängig von Gehäuse oder Display.
- LMG310-O3-G, Prozeßsignalschnittstelle
- L31-CH4-P Paket mit der speziell modifizierten LMG310-O3-G, inklusive Filter, ein PSU600 incl. Versorgungseinheit



9.2.7 Master Slave Betrieb LMG310

Das eine Meßgerät dient bei dieser Anordnung als Master, das andere wird als Slave betrieben. Beim Master wird im *Measuring* Menü die kontinuierliche Messung mit der gewünschten Zykluszeit eingestellt (Punkt **Mode**). Beim Slave wird die gleiche Zykluszeit eingestellt, es wird jedoch mit 'single' Messungen gemessen (die vom Master ausgelöst werden). Zusätzlich muß beim Slave der externe Triggereingang freigegeben werden (Punkt **Extern Trig.**).

Über die 'Sync.'-Buchsen werden die beiden Geräte miteinander verbunden. Neben der GND Verbindung (Pin 1) wird das Signal 'Trig. Out' des Masters (Pin 5) mit dem Pin 'Trig. In' des Slaves (Pin 4) verbunden. Mit dieser Anordnung laufen nun die Meßzyklen der beiden Geräte synchron, die genauen Meßzeiten hängen aber von der Frequenz der angelegten Signale ab. Für diese Verbindung sollte das beigegefügte 9polige Kabel benutzt werden.

Für die Bestimmung der Summenwerte beider Geräte stehen zwei Methoden zur Verfügung:

- Die Meßwerte beider Geräte werden über eine IEEE488 Schnittstelle zu einem gemeinsamen PC übertragen und dort wird der Wirkungsgrad aus den beiden Summenleistungen berechnet.
- Das Slave Gerät gibt die Wirkleistung über den Analogausgang 1 aus. Dieser wird mit dem Analogeingang 1 des Master verbunden und dort mit einer Gesamtverzögerung von 2 Meßzyklen eingelesen. Somit steht die Leistung des Slave mit 2 Meßzyklen Verzögerung im Master bereit. Um nun Meßwerte aus gleichzeitigen Meßzyklen miteinander verrechnen zu können, ist es nötig, die Meßwerte des Masters ebenfalls zu verzögern. Dies kann mit folgender Variablendefinition geschehen:

VAR1=VAR2

VAR2=VAR3

VAR3=Psumme

Da die Variablen bei jedem Meßzyklus von oben nach unten berechnet werden, wird der Wert Psumme um zwei Meßzyklen verzögert in der Variablen VAR1 zur Verfügung gestellt. Nun kann man für die Wirkungsgradbestimmung den Quotienten aus VAR1 und Analogeingang 1 bilden.

Die Verbindung zwischen den beiden Geräten kann über das mitgelieferte 25polige Kabel erfolgen. In diesem Kabel sind die 4 Analogausgänge des Slave mit den 4 Analogeingängen des Masters verbunden.

9.3 Häufig gestellte Fragen

9.3.1 Genauigkeiten gemessener und berechneter Größen:

Die Meßgenauigkeiten der direkt gemessenen Größen I, U und P finden sich in den Tabellen des Kapitels 'Technische Daten'. Nachfolgend wird die Anwendung dieser Tabellen sowie die Fehlerberechnung einer abgeleiteten Größe (λ) gezeigt.

Wahre Werte des Prüflings:

$U_{\text{rms}}=230\text{V}$, Meßbereich 300V

$I_{\text{rms}}=0.95\text{A}$, Meßbereich 1A

$\lambda=0.25$

$f=50\text{Hz}$

$P=54.625\text{W}$, Meßbereich 300W

Aus der Tabelle der allgemeinen Genauigkeitsangaben können für Strom und Spannung folgende Ungenauigkeiten ermittelt werden (für die Fehlerangaben sind die Meßbereichsspitzenwerte einzusetzen; v.A. = vom Anzeigewert; v.M. = vom Meßbereichsspitzenwert):

$$\Delta U = \pm(0.05\%v. A. + 0.05\%v. M.) = \pm(0.115\text{V} + 0.3\text{V}) = \pm 0.415\text{V}$$

$$\Delta I = \pm(0.05\%v. A. + 0.05\%v. M.) = \pm(0.475\text{mA} + 1.0\text{mA}) = \pm 1.475\text{mA}$$

$$\Delta P = \pm(0.07\%v. A. + 0.08\%v. M.) = \pm(38.24\text{mW} + 960\text{mW}) = \pm 998.24\text{mW}$$

Der Power-Faktor berechnet sich zu

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{U * I}$$

Den zu erwartenden absoluten Fehler des Powerfaktors erhält man entsprechend den Regeln der Fehlerrechnung durch das totale Differential:

$$\Delta\lambda = \frac{\delta\lambda}{\delta P} * \Delta P + \frac{\delta\lambda}{\delta U} * \Delta U + \frac{\delta\lambda}{\delta I} * \Delta I$$

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta P}{U * I} - \frac{P * \Delta U}{I * U^2} - \frac{P * \Delta I}{I^2 * U}$$

$$\Delta\lambda = \frac{998,24mW}{230V * 0,95A} - \frac{54,625W * 0,415V}{0,95A * (230V)^2} - \frac{54,625W * 1,475mA}{(0,95A)^2 * 230V}$$

$$\Delta\lambda = 0,0037$$

Dieser Fehler gibt den absoluten Maximalfehler (worst case) an, der bei der Berechnung des Power-Faktors auftreten kann. Der typische Fehler liegt um den Faktor zwei bis fünf besser!

Die relativen Meßfehler bestimmen sich zu:

$$U \%_{me\beta} = \frac{\Delta U}{U} = 0,18\%$$

$$I \%_{me\beta} = \frac{\Delta I}{I} = 0,15\%$$

$$P \%_{me\beta} = \frac{\Delta P}{P} = 1,82\%$$

$$\lambda \%_{me\beta} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 1,5\%$$

Beim tatsächlichen Meßfehler muß noch die Ungenauigkeit durch die Darstellung berücksichtigt werden, die 1 Digit vom Anzeigewert beträgt, aber in der Regel vernachlässigt werden kann:

$$U \%_{Anz} = \frac{0,01V}{230,0V} = 0,004\%$$

$$I \%_{Anz} = \frac{0,0001A}{0,95A} = 0,01\%$$

$$P \%_{Anz} = \frac{0,1W}{54,625W} = 0,18\%$$

$$\lambda \%_{Anz} = \frac{0,0001}{0,25} = 0,04\%$$

Als Meßwerte ergeben sich:

$$U_{\text{rms}} = (230,0 \pm 0,4)V$$

$$I_{\text{rms}} = (0,950 \pm 0,001)A$$

$$P = (54.63 \pm 1.00)W$$

$$\lambda = 0.250 \pm 0.004$$

9.3.2 Beispiel zur Meßgenauigkeit bei nichtsinusförmigen Signalen

Signal:

Rechteck

Impuls-Pausen-Verhältnis: 50%

Spitzenwert: 5V

Gleichanteil: 0V

Frequenz der Grundschiwingung: 100Hz

Meßbereich: 3V

Für die Berechnung der Meßunsicherheit muß das Signal zunächst in seine harmonischen Anteile 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 der Grundschiwingung zu addieren (einmalig deswegen, da dieser Anteil Fehler berücksichtigt, die bei allen Frequenzen gleichmäßig auftreten, wie z.B. Skalierungsfehler). Aus der so ermittelten Unsicherheit läßt sich der prozentuale Fehler berechnen.

Die Spalten der nachfolgenden Tabelle enthalten die Werte:

- Ordnungszahl der Harmonischen (Nr.)
- Frequenz der Harmonischen (f / Hz)
- Spitzenwert der Harmonischen (U_{pk} / V)
- Effektivwert der Harmonischen (U_{eff} / V)
- Prozentualer Fehler der Harmonischen laut den Genauigkeitsangaben (% v.MW)
- Absoluter Fehler der Harmonischen (ΔU_{eff} / mV)
- Quadrat des absoluten Fehlers (ΔU_{eff}^2 / mV²)
- Wurzel der Summe der Fehler bis zur jeweiligen Harmonischen ($\sqrt{(\sum \Delta U_{eff}^2)} / mV$)

Harmonische Nr.	f /Hz	U_{pk} /V	U_{eff} /V	Fehler in % v.MW	Δu_{eff} /mV	ΔU_{eff}^2 /mV ²	$\sqrt{(\Sigma \Delta U_{eff}^2)}$ /mV
1	100	6.366	4.501	0.05	2.25	5.06	2.25
3	300	2.122	1.500	0.05	0.75	0.56	2.37
5	500	1.273	0.900	0.05	0.45	0.20	2.41
7	700	0.909	0.636	0.1	0.64	0.41	2.49
9	900	0.707	0.499	0.1	0.5	0.25	2.54
11	1100	0.578	0.408	0.1	0.41	0.17	2,58
13	1300	0.489	0.346	0.1	0.35	0.12	2.60
15	1500	0.424	0.300	0.1	0.30	0.09	2.61

Für das Beispiel wurden nur die Fehler der ersten bis zur 15. Harmonischen berücksichtigt. Harmonische höherer Ordnung erhöhen den Fehler nur unwesentlich.

Die geometrische Summe aller absoluten Fehler der Harmonischen ergibt eine Unsicherheit von 2.61mV. Dazu muß noch der Fehler des Meßbereiches addiert werden: 0.05% von 6V (Spitzenwert des Meßbereiches) = 1.5mV. Die gesamte Unsicherheit beträgt somit 4.11mV, was bei einem Signal von 5V einem Fehler von 0.0822% entspricht.

9.3.3 Erläuterungen zu den allgemeinen Genauigkeitsangaben:

Die Fehlerangaben für die Wirkleistung entsprechen beim LMG310 nicht der Summe der Fehler aus Strom und Spannung, wie zunächst zu erwarten wäre. Die angegebenen Fehler setzen sich aus verschiedenen Einzelfehlern zusammen. Bedingt durch das Meßverfahren liegt ein Fehleranteil in der Ungenauigkeit der AD-Wandler, ein weiterer in der Ungenauigkeit der Synchronisation und Meßdauer. Ein Fehler, der durch die Skalierungsungenauigkeit eines Meßkanales entsteht, wird sich sowohl auf Strom/Spannung als auch auf die Leistung auswirken, da der ungenaue Abtastwert direkt in jede dieser Berechnungen eingeht. Bei der Leistungsberechnung wird durch die Multiplikation der Momentanwerte von Strom und Spannung die Summe der relativen Einzelungenauigkeiten eingehen. Ein Fehler, der durch eine ungenaue Meßdauer auftritt, wirkt sich jedoch nur einfach in der Berechnung (Zusammenfassung der Momentanwerte) aus, sowohl bei den Effektivwerten als auch bei der Wirkleistung.

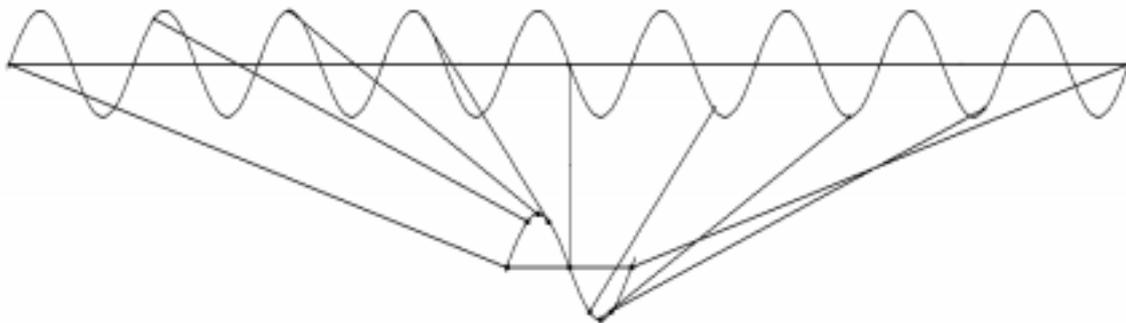
Ist der Skalierungsfehler beispielsweise mit 0.02% anzusetzen und der Meßdauerfehler mit 0.03%, so ergibt sich für die Effektivwerte von Strom/Spannung jeweils ein Fehler von 0.05% (0.02% Skalierungsfehler + 0.03% Meßdauerfehler), für die Wirkleistung ein Fehler von 0.07% (0.02% Skalierungsfehler U-Kanal + 0.02% Skalierungsfehler I-Kanal + 0.03% Meßdauerfehler).

9.3.4 Messungen bei Frequenzen, die über der Abtastfrequenz liegen

Häufig tritt die Frage auf, warum mit einem Meßgerät, das eine Abtastfrequenz von 80kHz hat, Signale mit einer Bandbreite von 400kHz gemessen werden können, da nach dem Abtasttheorem nur Signalanteile bis zur halben Abtastfrequenz analysiert werden können.

Zur Beantwortung dieser Frage sei zunächst vorausgeschickt, daß sowohl Effektivwerte von Strom oder Spannung als auch die Wirkleistung nur von der Kurvenform abhängig sind (vgl. die entsprechenden Formeln im Kapitel 5). **Eine Abhängigkeit von der Frequenz besteht nicht!**

Soll beispielsweise ein Signal von 250kHz bei einer Abtastfrequenz von 80kHz gemessen werden, so wird nur von jeder 3.125ten Periode des Meßsignales ein Momentanwert ermittelt. Der nächste aufgenommene Momentanwert wird nach 6.25 Perioden einen anderen Punkt der Kurve abtasten. Somit werden im Laufe der Meßzeit viele verschiedene Werte von ebensovielen Punkten des Meßsignales ermittelt. Somit würden im Laufe der Zeit aber nur 8 verschiedene Punkte der Kurve erfaßt. Durch die Frequenzungenauigkeit des internen Taktgebers entsteht jedoch ein Frequenz-Jitter, durch welchen alle Punkte der Kurve erfaßt werden. Werden die so erhaltenen Abtastwerte in der richtigen Reihenfolge wieder zusammengesetzt, ergibt sich exakt die zu messende Kurvenform. Dieses Verfahren wird bei Digital-Oszilloskopen angewandt, um mit relativ niedrigen Abtastraten auch noch höherfrequente periodische Signale messen zu können und ist unter dem Begriff 'Repetitive Random Sampling' bekannt. Die untenstehende Abbildung soll dies nochmals verdeutlichen:



Da nun, wie oben gesagt, die Effektivwerte sowie die Wirkleistung nur von der Kurvenform abhängen und diese korrekt ermittelt wird, ist es möglich, auch von Signalen mit hohen Frequenzanteilen die korrekten Werte zu bestimmen. Die Bandbreite wird nur noch durch die analogen Eingangsmodule begrenzt. Nimmt man einen entsprechenden Fehler in Kauf, sind somit beliebige Bandbreiten angebar. Deshalb ist es wichtig, beim Vergleich von Meßgeräten

nicht nur auf Grundgenauigkeit und Bandbreite zu achten, sondern sich speziell die Fehlerangaben bei der angegebenen Bandbreite zu betrachten.

Das zu Anfang angesprochene Abtasttheorem gewinnt an Bedeutung, wenn es sich um die Analyse von Oberwellen handelt. Hierbei dürfen die höchsten Signalanteile nicht höherfrequent als die halbe Abtastfrequenz sein, da sich sonst Fehler bei den Harmonischen durch Aliasing (Spiegelungen höherfrequenter Signalanteile in den Nutzbereich) ergeben, die nicht durch Fehlerangaben abschätzbar sind!

Da alle modernen Leistungsmeßgerät nach dem oben aufgeführten Meßprinzip arbeiten, kann zusammenfassend gesagt werden:

- Messungen von Effektivwert und Wirkleistung sind bei beliebigen Signalfrequenzen möglich und sind nur durch die Bandbreite der analogen Meßeingänge begrenzt.
- Messungen von Oberwellen sind immer nur bis zur halben Abtastfrequenz möglich, d.h. die höchste zu bestimmende Oberwelle darf diese Frequenz nicht überschreiten. Es muß unbedingt ein Tiefpaßfilter in den Signalweg eingeschaltet werden. Beim LMG310 wird einerseits die Abtastfrequenz automatisch der Grundwelle des Signales angepaßt, andererseits wird ein entsprechendes Tiefpaßfilter automatisch zugeschaltet, um Aliasing-Effekte zu vermeiden.

9.3.5 Verbesserung der Anzeigauflösung

Die Anzeige der Meßwerte des LMG310 erfolgt so, daß die Darstellungs- Ungenauigkeit von $\pm 1/2$ Digit immer kleiner ist, als die Meßunsicherheit. Dazu wird der maximal erreichbare Wert der Größe berechnet und der Meßwert dann in einem Format ausgegeben, in welchem dieser Maximalwert angezeigt werden kann. Zum Beispiel bei einem Meßbereich von 300V ist der maximal mögliche Effektivwert 600V. Die Spannungsmeßwerte werden demzufolge immer im Format XXX.XX ausgegeben. Wird nun ein Signal mit sehr großen Scheitelfaktor (Crest Faktor) gemessen, kann es sein, daß die Anzeige mit geringer Stellenzahl ausgegeben wird (z.B. $U_{1\text{trms}}/V = 3.45$). Für Tendenzmessungen kann es jedoch sinnvoll sein, die Stellenzahl zu erhöhen. Hierzu weist man die Meßgröße über den Formeleditor einer Variablen zu und läßt sich in einem benutzerdefinierten Menü diese Variable anzeigen. Eine Variable wird immer mit 5 signifikanten Stellen ausgegeben (hier z.B. 3.4483).

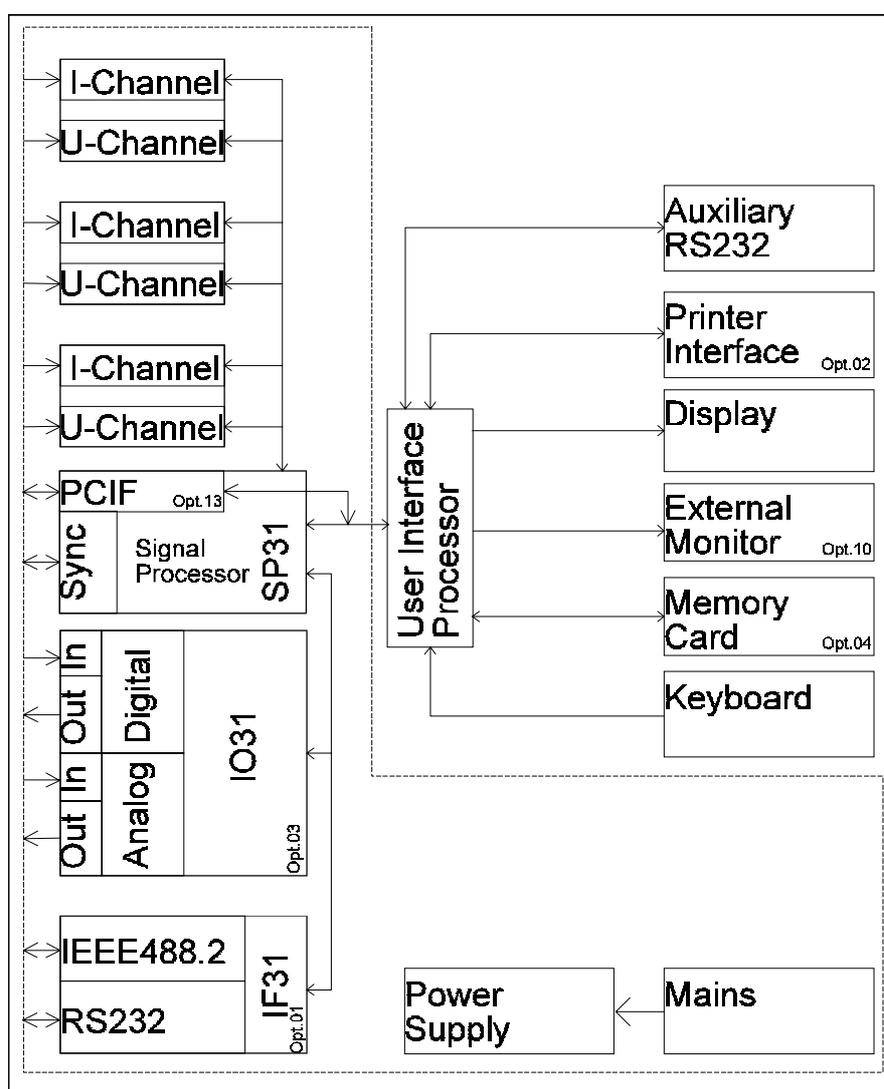
Hinweis: Wenn mit diesem Trick gearbeitet wird, scheint die Genauigkeit der Messung erhöht worden zu sein. Tatsächlich wurde aber nur die Stellenzahl erhöht, nicht jedoch die

absolute Meßgenauigkeit! Die zusätzlichen Stellen können daher nur für Tendenzmessungen verwendet werden.

10 Hardwarebeschreibung

In diesem Kapitel werden die Blockschaltbilder verschiedener Komponenten des LMG310 dargestellt. Sie sollen dem Benutzer einen Einblick in die Funktionsweise dieses Meßgerätes geben und einzelne Funktionen, wie z.B. die Tiefpaßfilter, genauer erklären.

10.1 Blockschaltbild LMG310



Im linken Teil des Blockschaltbildes sind die Komponenten des LMG310 dargestellt, die an der Rückseite des Gerätes als Einschub angebracht sind:

- IF31: Enthält die Schnittstellen RS232 und IEEE488.2. Die Schnittstellen sind sowohl untereinander als auch vom übrigen System potentialgetrennt.
- IO31: Der Einschub stellt sowohl analoge als auch digitale Ein- und Ausgänge zur Verfügung. Alle Ein-/Ausgänge sind sowohl untereinander als auch vom übrigen System potentialgetrennt.
- SP31: Hier befindet sich die Elektronik, die einerseits die Messungen überwacht und steuert, andererseits die Berechnungen aller Werte ausführt. Über die eingebaute Sync. Buchse kann daß LMG310 extern getriggert und synchronisiert werden.
- I-Channel, U-Channel: An diesen Einschübe werden die zu messenden Ströme bzw. Spannungen angelegt und gemessen. Die Einschübe sind sowohl untereinander als auch gegen die restliche Elektronik potentialgetrennt. Eine genauere Beschreibung erfolgt weiter unten.
- User Interface Prozessor: Dieser Prozessor koordiniert die Arbeit zwischen der Meßelektronik und dem Anwender. Seine Aufgabe liegt in der Aufbereitung der Bildschirmdaten, Bearbeitung von Tastatureingaben sowie der Ansteuerung sekundärer Ausgabegeräte (Speicherkarte, Drucker).
- Printer Interface: Mittels der Centronics-Schnittstelle kann ein externer Drucker zur Protokollierung bedient werden.
- Monitor: Dieser stellt das Ausgabemedium für die Meßwerte des LMG310 dar.
- Extern Monitor: Der VGA-Anschluß ermöglicht die Anschaltung eines zusätzlichen Monitors (z.B. ein Großmonitor zum Ablesen der Meßwerte aus großen Entfernungen).
- Memory Card: Auf der Speicherkarte können Meßwerte und Konfigurierungen schnell abgespeichert werden (für eine spätere rechnergestützte Auswertung).

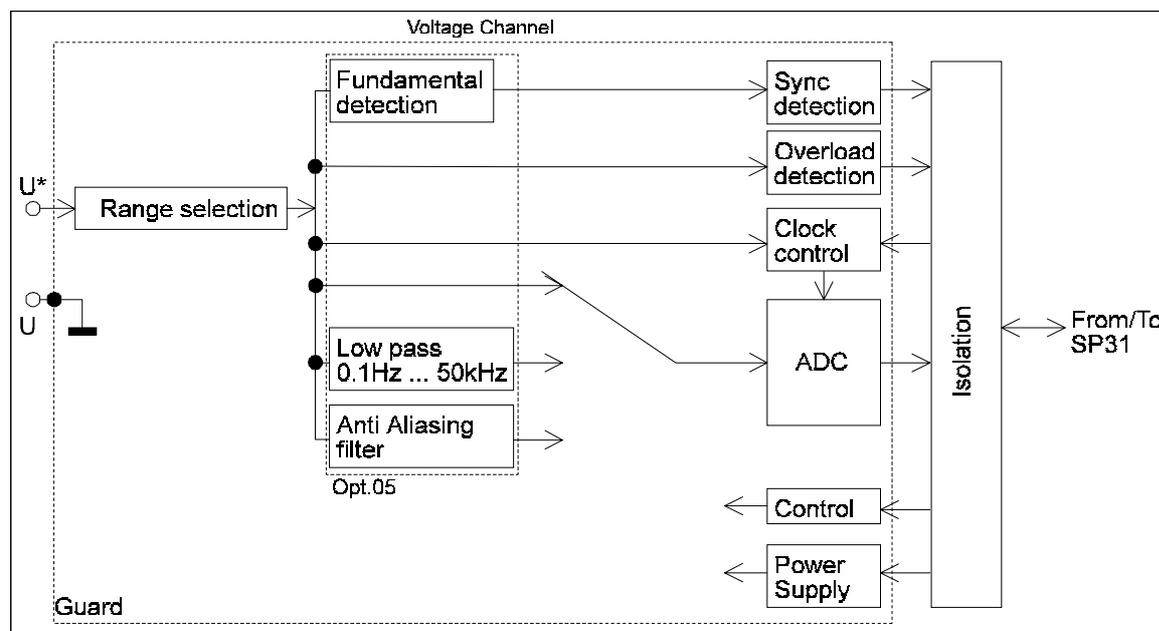
- Auxiliary RS232: Über diese Schnittstelle können Software-Updates sowie Gerätegrundeinstellungen vorgenommen werden.

- Keyboard: Über die Tasten der Frontplatte erfolgt die manuelle Bedienung des LMG310

- Power Supply: Hier werden für die verschiedenen Baugruppen die galvanisch getrennten Spannungen erzeugt.

Die mit gestrichelter Linie umrahmten Blöcke stellen die in der Black Box (Meßbox) enthalten Baugruppen dar. Alle Anzeige- und Steuerungsaufgaben werden über die Schnittstelle auf einen PC verlagert.

10.2 Blockschaltbild Spannungskanal



Im Eingang des Spannungskanals befindet sich zunächst die Meßbereichsauswahl.

Das heruntergeteilte Signal gelangt nun an folgende Baugruppen:

Fundamental detection,

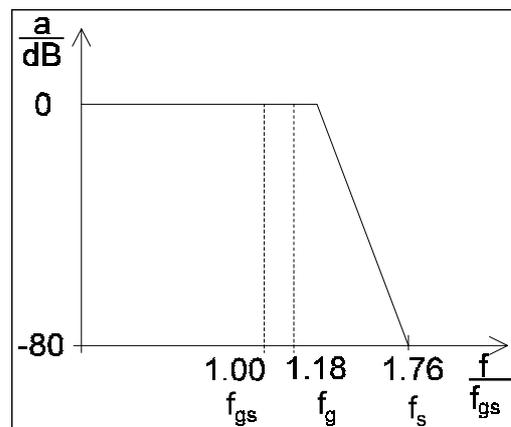
Sync. detector: Hier wird das Signal so aufbereitet, daß es als Synchronisationsquelle für die Messung herangezogen werden kann.

Overload detector: Hiermit wird festgestellt, ob das Eingangssignal den gewählten Meßbereich übersteuert oder nicht.

Clock control: In diesem Modul wird die Abtastfrequenz des LMG310 festgelegt. Sie hängt einerseits von den verschiedenen Meßmodi des LMG310 ab, andererseits von der Frequenz des Eingangssignales. Somit werden Schwebungseffekte weitgehend vermieden.

Das Signal kann auf drei Arten zum A/D-Wandler gelangen:

1. **Direkt:** Das Signal wird mit voller Bandbreite und höchster Genauigkeit abgetastet. Dies ist die normale Art, Messungen durchzuführen.
2. **Tiefpaßfilter:** Mit diesem Filter ist es möglich, Signalanteile oberhalb der einstellbaren Frequenz bei den Messungen nicht zu berücksichtigen. Die Grenzfrequenz des Tiefpassfilters ist im Bereich von 0.1Hz bis 50kHz einstellbar. Das Übertragungsverhalten dieses Tiefpasses ist nachfolgend dargestellt:

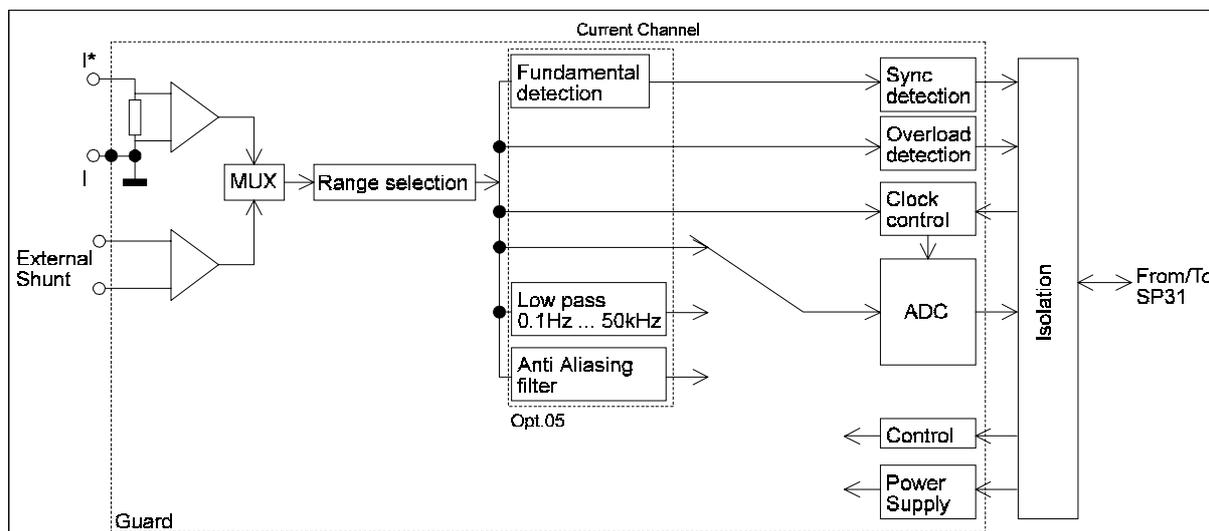


Die Grundschwingungsfrequenz f_{gs} ist diejenige Frequenz die durch das LMG310 oder den Anwender eingestellt wird. Hier tritt noch keine Bedämpfung der Amplitude auf. Der Dämpfungsbereich setzt erst oberhalb der Frequenz f_g ein. Bei f_s ist eine Dämpfung von 80dB erreicht.

3. **Anti Aliasing Filter:** Dieses Filter ist nur aktiv, wenn das LMG310 Oberschwingungsanalysen durchführt (harmonischer Modus). Es

ist dann zwingend erforderlich, da ohne dieses Filter falsche Meßwerte durch Spiegelungen im Frequenzbereich entstehen.

10.3 Blockschaltbild Stromkanal



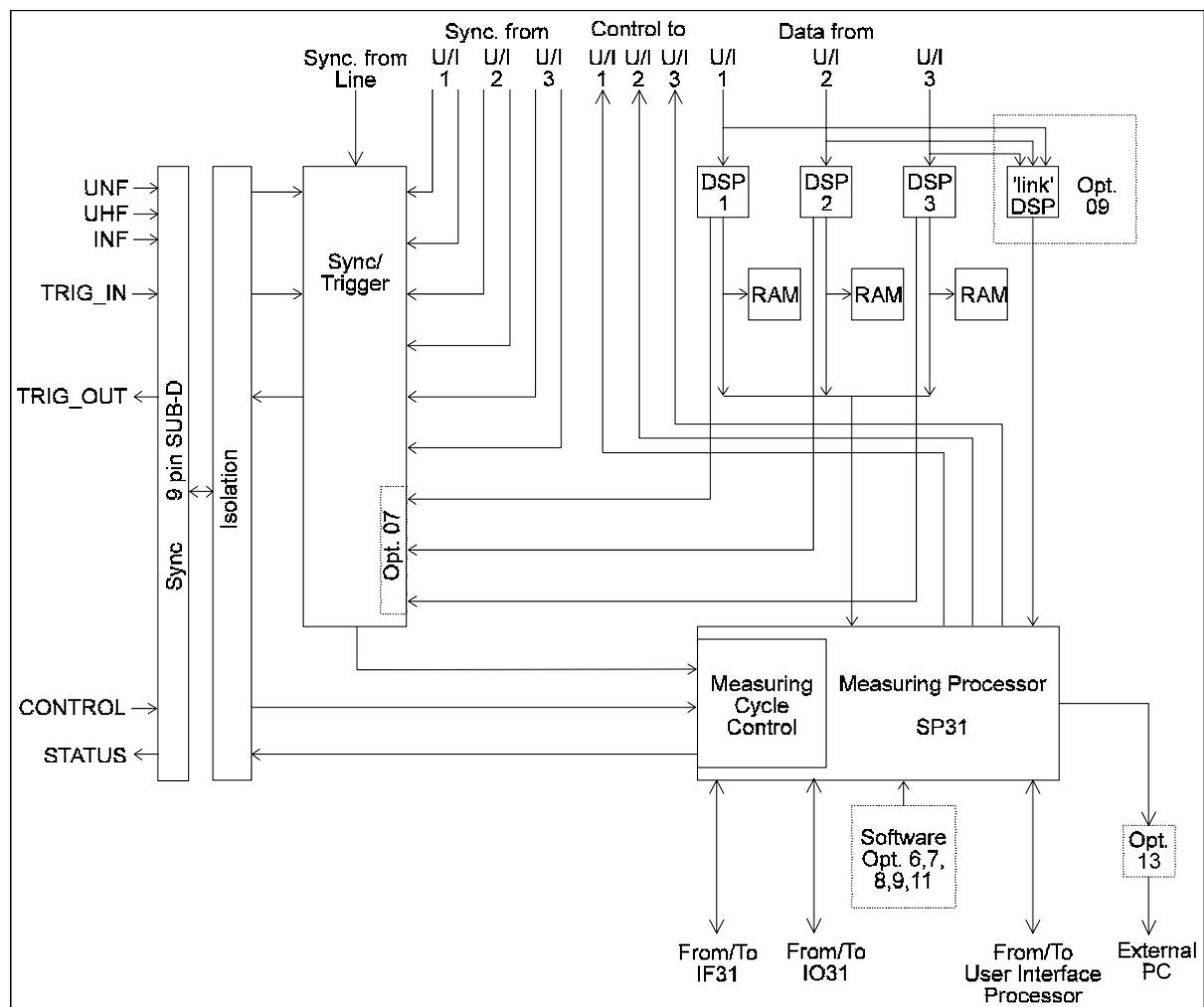
Im Stromeingang des Spannungskanales wird der fließende Strom über einen Präzisions-Breitbandshunt in eine äquivalente Spannung umgewandelt, die auf einen Differenzverstärker gegeben wird.

Alternativ kann die über den externen Shunteingang eingespeiste Spannung verarbeitet werden. Wichtig ist, daß bei Benutzung von externen Shunts immer auch die I-Buchse angeschlossen wird (Strompfad für die Eingangsströme des Verstärkers).

Über einen Multiplexer kann nun ausgewählt werden, welche dieser beiden Spannungen zur Ermittlung der entsprechenden Stromes herangezogen werden soll.

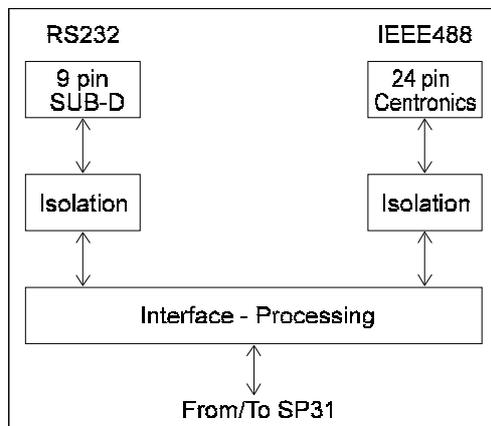
Die übrigen Funktionsblöcke entsprechen in ihrer Funktion denen des oben beschriebenen Spannungskanales.

10.4 Blockschaubild SP31

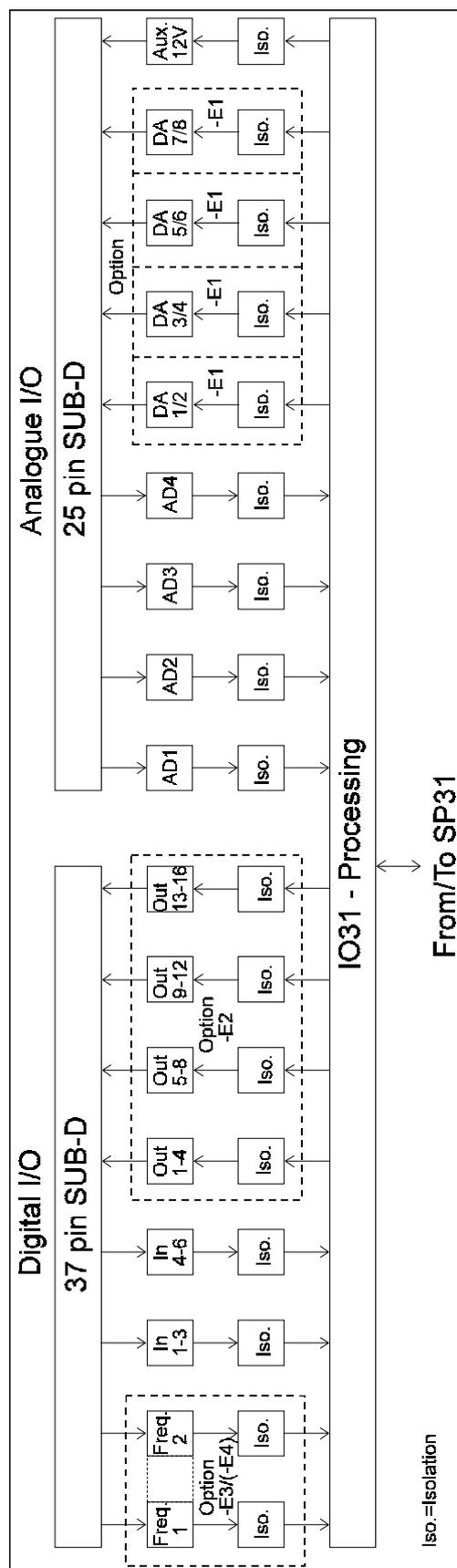


Die SP31 wertet die von den Meßkanälen kommenden Signale (Meßwerte und Synchronisationssignale) aus. Dazu laufen die Meßwerte zunächst in Signalprozessoren (DSP), die für die Bildung der Effektivwerte und Leistungen verantwortlich sind. Die weiteren Berechnungen der daraus abgeleiteten Größen findet im Measuring Processor statt. Dieser Prozessor steuert auch die Synchronisation sowie die Triggerung der Eingangskanäle. Weiterhin tauscht er Meßwerte und Einstellungen mit der Rechnerschnittstelle IF31, der Prozeßsignalschnittstelle IO31 sowie dem User Interface Processor aus.

10.5 Blockschaltbild IF31 (Option 01)



Die Rechnerschnittstelle IF31 stellt die Schnittstellen RS232 und IEEE488.2 zur Verfügung. Man erkennt, daß die Schnittstellen untereinander sowie zur restlichen Elektronik potentialgetrennt aufgebaut sind.



10.6 Blockschaltbild IO31 (Option 03)

Die IO31 stellt verschiedene analoge und digitale Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- 4 potentialgetrennte Analogeingänge (Option -O03-G)
- 4 potentialgetrennte Gruppen mit je 2 Analogausgängen (Option -O03-E1)
- 1 potentialgetrennte Hilfsversorgung von 12V (Option -O03-G)
- 4 potentialgetrennte Gruppen mit je 4 Digitalausgängen (Schalt-, Alarmausgänge) (Option -O03-E2)
- 2 potentialgetrennte Gruppen mit je 3 Digitaleingängen (Option -O03-G)
- 2 potentialgetrennte Frequenzeingänge (Option -O03-E3) oder 1 potentialgetrennter Drehzahleingang mit Drehrichtungserkennung (Option -O03-E4).

Somit sind alle nach außen führenden Signale von der übrigen Elektronik potentialgetrennt.

11 Service

11.1 Liste der austauschbaren Teile am LMG310

Anmerkung:

ZES hat sich dazu entschlossen, daß der Austausch von Bauteilen nur in funktional zusammenhängenden Gruppen möglich ist.

Dieser Austausch vom Modulen hat sich als der beste und ökonomischste Weg erwiesen, den viele andere Hersteller auch beschreiten.

Die ausgetauschten Module werden, je nach technischem Zustand, repariert oder durch neue ersetzt.

Die austauschbaren Teile sind in 3 Gruppen unterteilt:

Durch den Kunden leicht austauschbare Komponenten

- Kompletter Meßeinschub UI31 ohne Filter
- Kompletter Meßeinschub UI31 mit Filter
- Kompletter Rechnerinterface-Einschub IF31
- Kompletter Signalprozessoreinschub SP31
- Kompletter Prozeßsignalschnittstellen Einschub IO31

Durch den Kunden mit geringen Aufwand austauschbare Komponenten

- Graphikkarte
- Multifunktions Ein-/Ausgabekarte MIO
- Hilfsversorgung L31NET

Nur durch erfahrenes Personal austauschbare Komponenten

- PC-Board
- Monitor
- PC-Netzteil

11.2 Vorgehensweise bei Fehlern

Fehler	Mögliche Fehlerbeseitigung
Die grüne Leuchtdiode neben dem Netzschalter leuchtet nicht	Verbindung zum Netz überprüfen Sicherungen am Kaltgerätestecker überprüfen
Bei dem Einschub SP31 blinken auf der Rückseite die beiden Leuchtdioden nicht abwechselnd rot/grün, sondern überhaupt nicht.	Deckel des Gerätes öffnen und an der Bus-Platine die 5V Versorgungsspannung nachmessen (Prüfpunkte GND und +5). Den festen Sitz aller Kabel prüfen.
Bei dem Einschub SP31 blinken nach dem Einschalten auf der Rückseite die beiden Leuchtdioden nicht abwechselnd rot/grün, sondern mehrfach, z.B. 3 mal grün, 2 mal rot. Dies zeigt einen internen Fehler an. Der Fehlercode ergibt sich aus der Anzahl der grünen Blinksignale mal 10 plus der Anzahl der roten Blinksignale. Das oben angeführte Beispiel entspricht somit einem Fehlercode von 32.	Den Blinkcode an den Hersteller weiterleiten (grün = Zehner, rot = Einer).
Auf dem Monitor erscheint kein Bild.	Deckel des Gerätes öffnen und den korrekten Sitz der Graphikkarte sowie der MIO prüfen (Position hinter dem Zehnerblock der Tastatur). Den festen Sitz aller Kabel prüfen. Die Netzteilabdeckung mit dem integrierten Lüfter entfernen und auch dort alle Kabelverbindungen überprüfen.
Fehlermeldung 'SP31 not found' erscheint.	Deckel des Gerätes öffnen und an der Bus-Platine die Hilfsversorgungsspannung überprüfen (Pins AC1 und AC2, Spannung ca.50kHz, 16.5Veff, erdfrei messen!). Den festen Sitz aller Kabel prüfen. Auf dem Einschub SP31 befindet sich ein Akku. Dieser sollte mindestens 3.5V haben. Bei kleineren Spannungen bitte mit ZES in Verbindung setzen. Wir bieten einen Teilesatz an, mit dem der Akku gegen eine Batterie ausgetauscht wird.

Fehler	Mögliche Fehlerbeseitigung
Das Gerät vergißt seine Einstellungen	Auf dem Einschub SP31 befindet sich ein Akku. Dieser sollte mindestens 3.5V haben. Bei kleineren Spannungen bitte mit ZES in Verbindung setzen. Wir bieten einen Teilesatz an, mit dem der Akku gegen eine Batterie ausgetauscht wird.
Ein Meßkanal liefert falsche Meßergebnisse	Zunächst zwei benachbarte Meßkanäle tauschen. Wenn der Fehler bei gleicher externer Meßanschaltung mit dem Kanal wandert, ist der Fehler wahrscheinlich im Kanal zu suchen, bleibt der Fehler bestehen, ist die Ursache in der Meßanordnung zu suchen.

Sollte mit den möglichen Fehlerbeseitigungen der Fehler nicht behebbar sein, ist mit dem Fax-Formular im nächsten Kapitel direkt der Hersteller zu benachrichtigen. Die Seriennummer ist zwingend erforderlich und kann auch bei defektem Gerät dem Typenschild entnommen werden. Die weiteren Angaben sollten, sofern das Gerät entsprechend arbeitet, dem Menü Info entnommen werden.

In vielen Fällen liegt jedoch kein Defekt am Gerät vor, sondern es sind nur Einstellungen verstellt worden, wie z.B. die Skalierungsfaktoren oder die Synchronisationseinstellungen. Man kann alle Einstellungen auf Defaultwerte setzen, indem man im Menü *Option* den Softkey **INIT** betätigt.

11.3 Hinweise bei Meßproblemen

Die nachfolgenden Punkte sollten geprüft werden, wenn bei Meßanwendungen Probleme auftreten. Sie geben Hinweise und Ratschläge bei häufig auftretenden Problemen.

Ist die richtige Synchronisationsquelle gewählt?

Die Synchronisation des LMG310 ist in etwa vergleichbar mit der Triggerung eines Oszilloskopes. Bei einem Oszilloskop entsteht bei falscher Triggerung ein durchlaufendes Bild, beim LMG310 werden die kurvenformabhängigen Meßgrößen (Effektivwerte, Wirkleistung, etc.) mit Schwankungen um den richtigen Wert angezeigt. Folgende Synchronisationsarten stehen zur Verfügung (Einstellung im Menü 'Measuring'):

- Line: Es wird auf die Frequenz der Versorgungsspannung des LMG310 synchronisiert, d.h. die zu messenden Signale müssen eine Grundfrequenz aufweisen, die ein

ganzzahliges Vielfaches der aktuellen Netzfrequenz ist. Die Eingangsgrößen netzgespeister Geräte werden in der Regel mit dieser Einstellung richtig gemessen.

- Channels: Es wird auf einen der sechs Meßkanäle synchronisiert. Welche Kanäle zur Synchronisation herangezogen werden, wird im Menü 'Measuring' eingestellt. Es wird prinzipiell auf einen Nulldurchgang mit steigender Flanke getriggert. Ist ein solcher nicht vorhanden oder treten innerhalb einer Signalperiode mehrere Nulldurchgänge auf, muß extern oder gegebenenfalls auf die Netzfrequenz synchronisiert werden.

Wenn das LMG310 auf einen der internen Kanäle triggert, wird im Fenster 'Mode' der Statuszeile 'NORMAL SYNC' gefolgt vom Kanal angezeigt. Ist dies nicht der Fall, erscheint 'NORMAL ASYNC'. Bei letzterer Anzeige schwankt der Meßwert um den richtigen Wert.

- Extern: Es wird auf ein Signal synchronisiert, das über die Sync.-Buchse an der Geräterückseite eingespeist wird (Ext. sync. source). Start und Ende der eigentlichen Messung erfolgen jeweils bei der positiven Flanke dieses externen Signales.

Sind die Meßbereiche richtig ausgesteuert?

Die Aussteuerung der Meßbereiche ist im linken Teil der Statuszeile zu sehen. Die dort angezeigten farbigen Balken symbolisieren die Aussteuerung der Spitzenwerte. Das LMG310 besitzt als Spitzenwert-Meßbereich prinzipiell den doppelten Effektivwert-Meßbereich, d.h. wird im Menü 'Range' ein Meßbereich von 100V eingestellt, so können Momentanwerte bis zu 200V aufgenommen werden. Übersteigt ein Momentanwert diesen Spitzenwert-Meßbereich, wird er so behandelt, als hätte er den zulässigen Spitzenwert. Dies führt zu Kurvenformverzerrungen und damit zu **Meßfehlern**. Eine derartige Übersteuerung erkennt man daran, daß das oberste Segment der Aussteuerungsanzeige rot dargestellt wird. Neben der Übersteuerung ist auch eine Untersteuerung zu vermeiden, weil dabei durch die geringe Aussteuerung des Meßbereiches eine große relative Meßunsicherheit entsteht. Ein weiterer Punkt der beachtet werden muß ist, daß die Skalierungsfaktoren auf 1.000 eingestellt sein müssen (sofern keine externen Strom- oder Spannungswandler angeschlossen sind, die andere Faktoren erfordern).

Ist die Zykluszeit zu klein?

Bei der Wahl der Zykluszeit ist zu beachten, daß eine minimale Frequenz nicht unterschritten wird, da mindestens eine Periode des Meßsignales aufgenommen werden muß. Diese minimale

Frequenz ist **nicht** das Reziprok (Kehrwert) der Zykluszeit! Die genauen Werte sind der Tabelle im Kapitel 6 zu entnehmen.

Wird eine zu geringe Zykluszeit gewählt, synchronisiert das LMG310 nicht mehr auf das Signal sondern intern auf die Netzfrequenz. Dies kann zu **Meßfehlern** führen.

Ist die Mittelungszeit richtig eingestellt?

Bei Signalen, die eine unruhige Anzeige hervorrufen (z.B. ein ungleichmäßig belasteter Motor) kann mit Hilfe der Einstellung im Menü 'Measuring' ein Mittelwert über mehrere Meßzyklen gebildet werden, der entsprechend ruhiger angezeigt wird.

Bei Schwebungseffekten kann durch die Wahl einer ausreichend langen Mittelungszeit in Verbindung mit einer ausreichend langen Zykluszeit ein ruhiger Wert erhalten werden.

Der grüne Balken für die verstrichene Zykluszeit bleibt stehen.

Dieser Effekt tritt auf, wenn:

- im Menü 'Measuring' der Modus auf 'single' und nicht auf 'continue' eingestellt ist. Nach Ablauf der durch die Mittelungszahl eingestellten Meßzyklen wartet das LMG310 auf eine erneute Meßfreigabe über die (aktivierte) Taste *Trigger* oder über den (aktivierten) Eingang 'Extern Trigger'.
- der externe Triggereingang freigegeben worden ist, und der Eingang 'Extern Trigger' HIGH-Potential hat.

Die Summen- bzw. Durchschnittswerte sind falsch

Die Berechnung der Summen- bzw. Durchschnittswerte richtet sich nach dem im Menü *Measuring* eingestellten Wiring (Anschlußschema). Je nach Einstellung werden die Werte von zwei bzw. allen drei Kanälen zu den entsprechenden Berechnungen herangezogen. Die genauen Berechnungsformeln sind im Kapitel 5 wiedergegeben.

Die angezeigten Werte sind zu niedrig

Möglicherweise sind im Menü *Measuring* die Tiefpaß-Filter aktiviert. Sie dienen der Ermittlung des Effektivwertes der Grundschiwingung eines Signales.

Die im Menü angegebenen Frequenzen beziehen sich nicht auf die für Filter übliche -3dB Frequenz (30% Fehler) sondern auf eine Frequenz, bei der die Meßgenauigkeit des LMG310 noch nicht eingeschränkt wird (0.1% Fehler).

Die angezeigten Werte sind komplett falsch

Bitte überprüfen Sie, ob die Skalierungsfaktoren im *Range* Menü richtig eingestellt sind. Der Defaultwert ist '1.000'.

Die Werte am Bildschirm verändern sich nicht

- Die Taste *Freeze* wurde gedrückt und die Werte somit eingefroren. Durch nochmaliges Drücken wird dieser Zustand deaktiviert. Angezeigt wird dieser Zustand im Fenster Status der Statuszeile.
- Die Meßwerte werden prinzipiell nur **nach** jedem Meßzyklus aktualisiert, maximal jedoch vier mal pro Sekunde. Bei großen Zykluszeiten dauert die Auffrischung des Bildschirms entsprechend lange.

Bei der Verwendung externer Shunts werden falsche Werte angezeigt

Dies kann mehrere Ursachen haben:

- Die externen Shunts verfügen nicht über eine ausreichende Bandbreite und Genauigkeit. In diesem Fall sollten die Präzisions-Hochstrom-Breitbandshunts der PHB-Serie der Firma ZES verwendet werden.
- Im Menü *Ranges* wurde unter dem Punkt Shunts ein falscher Widerstandswert angegeben.
- Bei Messungen mit externen Shunts muß unbedingt eine Guard-Leitung an die I-Buchse angeschlossen werden, wie in den Bildern des Kapitel 4 gezeigt.

Bei der Frequenz werden nur Striche angezeigt

Dies kann mehrere Ursachen haben:

- Die Frequenz ist zu groß um angezeigt zu werden ($>250\text{kHz}$).
- Als Synchronisationsquelle wurde 'Extern' oder 'Channels' gewählt. Die angelegte Synchronisations- bzw. Signalfrequenz ist kleiner als die für diese Zykluszeit zulässige Frequenz (siehe Tabelle im Kapitel Konfiguration). Im Fenster 'Modus' der Statuszeile wird 'NORMAL ASYNC' angezeigt.

Bei einer Meß- oder Rechengröße werden nur Striche angezeigt

Dies kann mehrere Ursachen haben:

- Der Wert ist zu groß, um angezeigt zu werden ($>999.9 \cdot 10^{12}$)
- Der Wert ist nicht verfügbar (da z.B. eine Option fehlt)

Bei Benutzung der Filter werden falsche Werte angezeigt

Alle kurvenformabhängigen Werte mit Frequenzanteilen über der Grenzfrequenz des Filters werden naturgemäß verzerrt. Dies ist bei der Interpretation der Meßwerte zu beachten.

Funktionsstörung an einem LMG310

Empfänger:

Z E S ZIMMER Electronic Systems
 Tabaksmühlenweg 30
 61440 Oberursel
 Tel. ++49 (0)6171 / 52082
 FAX ++49 (0)6171 / 52086

Absender:

Name: _____
 Firma: _____
 Straße: _____
 Ort: _____
 Tel: _____
 Fax: _____

Angaben zum Gerät:

Genauere Bezeichnung laut Preisliste (z.B. LMG310-B): _____

Typenschild:

Seriennummer: _____

Hilfsspannung: _____

Info Menü:

Program Version: IO31:

SP31: _____

Digital Out: _____

IF31: _____

Freq. In: _____

IO31: _____

Analogue Out 1/2: _____

DSP: _____

Analogue Out 3/4: _____

PC31: _____

Analogue Out 5/6: _____

Options present:

Analogue Out 7/8: _____

Printer: _____

Analogue In1: _____

Memory Card: _____

Analogue In2: _____

Filter: _____

Analogue In3: _____

Scope: _____

Analogue In4: _____

Harmonic: _____

Linked values: _____

Transient: _____

Interface: _____

Filter:

IO card: _____

Filter UI1: _____

ext. Monitor: _____

Filter UI2: _____

Flicker: _____

Filter UI3: _____

Genauere Fehlerbeschreibung:

11.4 Entfernen des Deckels

An der Geräterückseite befindet sich oben ein violette Querprofil, daß mit zwei Kreuzschlitzschrauben gehalten wird. Diese beiden Schrauben sind zu entfernen und das Querprofil sowie das Deckelblech nach hinten herauszuziehen.

11.5 Anleitung für Software-Update

Die folgende Anleitung beschreibt den EPROM-Tausch beim LMG310.

Um die EPROMs zu wechseln, führen Sie bitte folgende Schritte aus:

1. SP31-Einschub

Befestigungsschrauben lösen und den Einschub herausziehen.
EPROMs mit der Bezeichnung SP31-H und SP31-L austauschen.

Achtung! Der Sockel hat mehr Pins als die verwendeten EPROMs. Unbedingt auf die richtige Position achten! Pin 1 der EPROMs kommt in den Pin 3 des Sockels.

2. IF31-Einschub

Befestigungsschrauben lösen und den Einschub herausziehen. EPROM austauschen.

3. IO31-Einschub

Befestigungsschrauben lösen und den Einschub herausziehen. Die kleinere, mit 4 Schrauben befestigte CPU-Platine lösen und das EPROM austauschen.

4. Die Software für den PC31 wird entweder als EPROM oder auf Diskette geliefert.

a) Bei Geräten mit EPROMs für die Software PC31:

Deckel des Gehäuses entfernen. Im vorderen Bereich des Gerätes befindet sich eine Einsteckkarte mit 6 EPROMs bezeichnet mit PC31-0 ... PC31-5. Befestigungsschraube der Karte lösen.

Achtung! Bitte beachten Sie daß der Sicherungsring der Schraube nicht in das Gerät fällt.

Karte herausziehen und EPROMs wechseln, dabei auf die Reihenfolge achten.

b) Bei Geräten mit der Software PC31 auf Diskette befindet sich dort auch eine README Datei, in der genauere Informationen zum Update vorhanden sind.

6. Gerät einschalten.

Es erscheint die Meldung " Device is loaded with default data"

Help Taste drücken um die Meldung zurückzusetzen. Danach die Taste "Options"

drücken. Auf der Anzeige erscheint eine Reihe von Softkeys. Drücken Sie nun die Taste mit der Funktion "Init". Nach einem Aus- und Wiedereinschalten ist das Gerät betriebsbereit.

11.6 Nachrüsten von Optionen

Einige der Optionen des LMG310 können mittels eines Aktivierungscodes freigeschaltet werden. Dazu muß das Menü *Options Info* ausgedruckt werden (dies funktioniert auch ohne die Option Druckerschnittstelle). Sollte ein Ausdruck nicht möglich sein, ist es notwendig, den Inhalt dieses Menüs abzuschreiben und uns per FAX mitzuteilen. Weiterhin benötigen wir den alten Aktivierungscode, der im Menü **OPTION SETUP** ausgegeben wird (eine 35 stellige Zahl).

ZES kann dann feststellen, ob ein Nachrüsten der Option mittels Aktivierungscode möglich ist, oder ob das Gerät eingeschickt werden muß.

Ist eine Nachrüstung per Code möglich, wird dieser von ZES ausgegeben. Er muß unter *Options, Info, OPTION SETUP, EDIT* eingegeben werden. Bei erfolgreicher Nachrüstung wird im LMG310 ein neuer Code gebildet, der zurück an ZES übermitteln werden muß.

11.7 Wartung

11.7.1 Kalibrierung

Das Gerät muß jährlich kalibriert werden (z.B. beim Hersteller).

11.7.2 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. Ein Funktionstest ist dabei auch mit dem in den Gehäuseboden eingebauten Lüfter vorzunehmen.

11.7.3 Akkumulator

Auf dem Einschub SP31 befindet sich ein Akkumulator. Dieser sollte 1 mal im Jahr oder im Fall von Problemen überprüft werden. Er sollte mindestens 3.5V haben. Bei kleineren

Spannungen bitte mit ZES in Verbindung setzen. Wir bieten einen Teilesatz an, mit dem der Akku gegen eine Batterie ausgetauscht wird.

12 Index

A

Analogausgang.....	77; 139
Analogeingang.....	76; 139
Anschlußbeispiele.....	24
Auflösung.....	84; 86
Aussteuerung	
Aussteuerungsanzeige.....	14
Average.....	60

B

Bitmap.....	45; 157
BMP2PC.....	45; 157

C

Channel.....	38
Crestfaktor.....	31
Cycle.....	59

D

Data logging.....	151
Datum.....	50; 70; 77
Default Werte.....	78
Drucken.....	149
Drucker.....	71

E

Effektivwert.....	32; 40
Einstellungen laden.....	78
Einstellungen speichern.....	78
Energiemessung.....	43
externe Shunts.....	22; 25; 28; 29; 67; 68

F

Filter.....	56; 58; 63; 184
Flickermessung.....	164
Flickermodus.....	56; 66
Formeleingabe über Schnittstelle.....	106
Formfaktor.....	31
Frequenz.....	38; 46
Frequenzmessung.....	88
Frequenzeingang.....	76; 142

G

Genauigkeit.....	83
Gleichanteil.....	31
Gleichrichtwert.....	32

H

Halbwellen-Effektivwert.....	32
Harmonischer Modus.....	56
Hilfe-System.....	77

I

Initialisierung.....	78
Integral.....	69

K

Kanal.....	38
Konfiguration laden.....	78
Konfiguration speichern.....	78

L

Leistungsfaktor.....	32
Leistungsmessung.....	42

Linked Values..... 39; 51

M

Master Slave Betrieb..... 173
MCM Kartentyp..... 151
MCM Speicherbedarf..... 154
Measure..... 56
Memory Card..... 151
Memorycard Bearbeitung im Laptop..... 156
Meßbereich..... 67; 84
 Meßbereichswahl..... 67; 87
Mittelung..... 58; 60
Modus..... 56
 Flicker-..... 56
 harmonischer..... 56
 normaler..... 56
 transienter..... 56

N

Normaler Modus..... 56

O

Oberschwingungsanalyse..... 56; 161

P

PC Verbindung für BMP2PC..... 157

R

Reset..... 78

S

Scheitelfaktor..... 31
Schnittstelle
 Eingabe einer Formel..... 106
Schnittstellen..... 95
Shunteingänge mit Stromwandlern..... 158
Shunts
 externe..... 67

Skalierungsfaktor..... 67
Spannungsfestigkeit..... 84
Spannungsmessung..... 39; 84
Spannungswandler
 Übersetzungsverhältnis..... 68
Speicherkarte..... 71; 151
Spitzenwert..... 31; 84
Sprache
 der Hilfen..... 77
SRAM Karte Speicherbedarf..... 154
SRAM Karte und Laptop..... 156
SRAM Kartentyp..... 151
Stern-Dreieck-Umrechnung..... 39; 51; 167
Strommessung..... 41
Stromübersetzungsverhältnis..... 68
Stromwandler
 Übersetzungsverhältnis..... 68
Synchronisation..... 55; 58
 asynchron..... 55
 Channels..... 59
 Extern..... 59
 LINE..... 55; 59

T

Technische Daten..... 81
Transformatorenmessung..... 165
Transientenmessung..... 144
Transientenmodus..... 56; 62

U

Uhrzeit..... 50; 70; 77

V

Verkettete Größen..... 39
Verkettete Werte..... 51; 167

W

Widerstand
 Blindwiderstand..... 33
 Parallelersatzschaltbild..... 33
 Scheinwiderstand..... 33
 Seriensatzschaltbild..... 33

Wirkwiderstand33
Wiring60

Z

Zykluszeit..... 55; 59