

1-Phasen LMG95
Präzisions Leistungsmeßgerät

Benutzerhandbuch

© Copyright 2001

ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH

Tabaksmühlenweg 30

D-61440 Oberursel (Taunus), FRG

pho ++49 (0)6171 628750

fax ++49 (0)6171 52086

e-mail: sales@zes.com

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

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

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten!

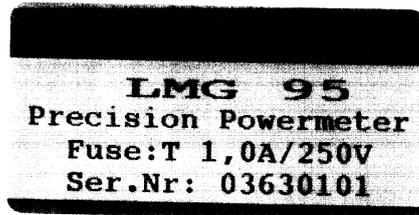
Technische Änderungen, insbesondere zur Verbesserung des Produktes, behalten wir uns vor und können jederzeit durchgeführt werden.

TECHN. HANDELS & ADVIESBUREAU A.J. KLEIN
TEL.: 033 - 277 2741 FAX: 033 - 277 3904
POSTBUS 308 3925 ZN SCHERPENZEEL

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: **11. JUNI 2001**

Tabaksmühlenweg 30
D-61440 Oberursel

Qualitätskontrolle

[Handwritten Signature]
Z E S Z I M M E R
Electronic Systems GmbH
Tabaksmühlenweg 30
61440 OBERURSEL (Taunus)

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise und Warnvermerke	1
1.1 Sicherheitshinweise.....	1
2 Allgemeines.....	3
2.1 Leistungsumfang und Einsatzgebiete.....	3
2.2 Bedienung.....	4
3 Inbetriebnahme	7
3.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes.....	7
3.2 Grundeinstellungen	7
3.3 Anschluß des LMG95.....	7
3.3.1 Meßschaltung mit internem Strompfad.....	9
3.3.2 Meßschaltung mit externem Stromumsetzer	9
3.3.3 Meßschaltung mit externem Shunt	10
3.3.4 Meßschaltung mit externem Stromsensor	10
4 Bedienelemente	13
4.1 Frontseite.....	13
4.2 Rückseite.....	15
4.3 Anzeige	16
4.3.1 Statuszeile	16
4.4 Allgemeine Menüs	17
4.4.1 Misc.	17
4.4.2 IF/IO	18
4.4.2.1 Schnittstellen.....	18
4.4.2.2 Prozeßsignalschnittstelle.....	20
4.4.2.2.1 Analogeingänge (Modul A_In).....	20
4.4.2.2.2 Analogausgänge (Modul A_Out)	21
4.4.2.2.3 Digitaleingänge (Modul D_In)	21
4.4.2.2.4 Digitalausgänge (Modul D_Out)	22
4.4.2.3 Options-Schlüssel.....	22
4.4.3 Formel Editor	23
4.4.3.1 Grundsätzliches	23
4.4.3.2 Grammatik	24
4.4.3.2.1 Anweisungen	24
4.4.3.2.2 Auswahanweisung	24
4.4.3.2.3 Ausdrücke	25
4.4.3.2.4 Konstanten	25
4.4.3.2.5 Variablen	25
4.4.3.2.6 Schlüsselworte.....	26
4.4.3.2.7 Funktionen.....	26
4.4.3.2.8 Operatoren	27
4.4.3.2.9 Bemerkungen.....	28
4.4.3.2.10 Beispiel 1: Automatischer Freeze bei Grenzwertverletzung.....	28

4.4.3.2.11 Beispiel 2: Min/Max-Wert Bestimmung.....	29
4.4.3.2.12 Beispiel 3: Berechnung des THD+N.....	29
4.4.3.2.13 Beispiel 4: Pulszählung.....	29
4.4.3.2.14 Beispiel 5: Messung von Ferritkern-Eigenschaften.....	30
4.4.3.2.15 Beispiel 6: Digitalausgänge abhängig von Harmonischen schalten.....	31
4.4.3.3 Drucken von Formeln.....	31
4.4.4 Konfigurationen verwalten.....	31
4.4.4.1 Laden der Konfiguration.....	32
4.4.4.2 Speichern der Konfiguration.....	32
4.5 Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen.....	32
4.6 Eingabe von Zahlen	33
5 Normaler Meßmodus	35
5.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	35
5.2 Meßbereiche (Range).....	38
5.3 Meßwertdefinitionen	39
5.3.1 Werte aus Einzelmessungen	40
5.3.2 Werte aus zeitabhängigen Messungen	41
5.4 Anzeige von Meßwerten	42
5.4.1 Default	42
5.4.2 Voltage.....	42
5.4.3 Current	43
5.4.4 Power.....	43
5.4.5 Energy	43
5.4.5.1 Integral Menu.....	43
5.4.6 Graphische Anzeige	45
5.4.6.1 Scope Funktion	45
5.4.6.2 Plot Funktion	47
5.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	48
5.5 Ausgabe (Loggen) von Werten.....	48
6 CE-Harmonische-Meßmodus	49
6.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	49
6.1.1 CE-Harmonics Karteikarte.....	49
6.1.2 class spec. record.....	51
6.2 Meßbereiche (Range).....	51
6.3 Meßwertdefinitionen.....	51
6.4 Anzeige von Meßwerten	53
6.4.1 Default	53
6.4.2 Voltage.....	53
6.4.3 Current	53
6.4.4 Power	54
6.4.5 Langzeitauswertung (Energy)	54
6.4.6 Graphische Anzeige	55
6.4.6.1 Class D	55
6.4.6.2 Spektrum	56
6.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	57

6.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	57
6.6 Tests nach IEC61000-3-2	57
7 CE-Flicker Meßmodus (Option).....	59
7.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	59
7.2 Meßbereiche (Range).....	60
7.3 Meßwertdefinitionen	60
7.4 Anzeige von Meßwerten	61
7.4.1 Default	61
7.4.2 Voltage.....	61
7.4.3 Current.....	61
7.4.4 Power.....	61
7.4.5 Flicker (Energy).....	61
7.4.6 Graphische Anzeige	62
7.4.6.1 Plot Funktion	62
7.4.7 Benutzerdefiniertes Menü	63
7.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	63
7.6 Tests nach IEC61000-3-3	63
8 100-Harmonische-Meßmodus (Option).....	65
8.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	65
8.2 Meßbereiche (Range).....	66
8.3 Meßwertdefinitionen	67
8.4 Anzeige von Meßwerten	68
8.4.1 Default	68
8.4.2 Voltage.....	68
8.4.3 Current.....	69
8.4.4 Power.....	69
8.4.5 Benutzerdefiniertes Menü	69
8.4.6 Graphische Anzeige	69
8.4.6.1 Spektrum	69
8.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	70
9 Transientenmodus (Option)	71
9.1 Meßeinstellungen (Measuring).....	71
9.2 Meßbereiche (Range).....	73
9.3 Anzeige von Meßwerten	73
9.3.1 Graphische Anzeige	73
9.4 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	74
10 Schnittstellen (Option).....	75
10.1 Computer Schnittstellen	75
10.1.1 SCPI.....	75
10.1.2 Übertragungspuffer.....	77
10.1.3 Endezeichen.....	78
10.1.4 Setzen des LMG95	78

10.1.5 Register	78
10.1.5.1 Standard Status Data Structure.....	79
10.1.5.2 Questionable Status Register Structure.....	81
10.1.5.3 Operation Status Data Structure.....	82
10.1.6 Kommandos.....	82
10.1.6.1 Syntax für Nachrichten zum Meßgerät.....	83
10.1.6.1.1 <NRf> Daten	85
10.1.6.1.2 <NRi> Daten	85
10.1.6.1.3 <list> Daten	86
10.1.6.1.4 character program data	86
10.1.6.2 Syntax für Antworten vom Meßgerät.....	87
10.1.6.2.1 defined length arbitrary block response data	88
10.2 Kommandos.....	88
10.2.1 IEEE488.2 Kommandos	88
10.2.1.1 *CLS *CLS.....	88
10.2.1.2 *ESE *ESE.....	89
10.2.1.3 *ESR? *ESR?	89
10.2.1.4 *IDN? *IDN?.....	89
10.2.1.5 *IST? *IST?.....	89
10.2.1.6 *OPC *OPC.....	89
10.2.1.7 *OPC? *OPC?	90
10.2.1.8 *PRE *PRE	90
10.2.1.9 *RST *RST	90
10.2.1.10 *SRE *SRE	90
10.2.1.11 *STB? *STB?	90
10.2.1.12 *TRG *TRG	90
10.2.1.13 *TST? *TST?.....	91
10.2.1.14 *WAI *WAI.....	91
10.2.2 :CALCulate Kommandos	91
10.2.2.1 :FORMula	91
10.2.2.1.1 [:DEFine] FORM.....	92
10.2.2.2 :LIMit	92
10.2.2.2.1 :CLASs EVAL.....	92
10.2.2.2.2 :FCURrent ISO.....	92
10.2.2.2.3 :PFACtor PFSO.....	93
10.2.2.2.4 :POWER PSO	93
10.2.2.2.5 :SYSTem SYSD.....	93
10.2.2.2.6 :VERSion EDIT	93
10.2.3 :DISPlay Kommandos.....	93
10.2.3.1 :BRIGHtness DISB.....	94
10.2.3.2 :CONTRast DISC	94
10.2.4 :FETCh und :READ Kommandos	94
10.2.4.1 [:SCALar].....	95
10.2.4.1.1 :CURRent.....	95
10.2.4.1.1.1 :AC? IAC? Iac.....	96
10.2.4.1.1.2 :CFACtor? ICF? Icf.....	96
10.2.4.1.1.3 :DC? IDC? Idc	96
10.2.4.1.1.4 :FFACtor? IFF? Iff	96
10.2.4.1.1.5 :FSCale? FSI?.....	96

10.2.4.1.1.6	:INRush? IINR? Iinr	96
10.2.4.1.1.7	:MAXPk? IMAX? Ipkp	97
10.2.4.1.1.8	:MINPk? IMIN? Ipkn	97
10.2.4.1.1.9	:PPEak? IPP? Ipp	97
10.2.4.1.1.10	:RECTify? IREC? Irect	97
10.2.4.1.1.11	:RUSed? OVRI? OvrI	97
10.2.4.1.1.12	[:TRMS?] ITRMS? Itrms	97
10.2.4.1.2	:CYCLe	98
10.2.4.1.2.1	:COUNT? COUNT?	98
10.2.4.1.2.2	:TIME? CYCR? Mtime	98
10.2.4.1.3	:DINPut? DIST?	98
10.2.4.1.4	:ENERgy	99
10.2.4.1.4.1	[:ACTive]? EP? EP	99
10.2.4.1.4.2	:APParent? ES? ES	99
10.2.4.1.4.3	:CHARge? EI? q	99
10.2.4.1.4.4	:REACTive? EQ? EQ	100
10.2.4.1.4.5	:TIME? INTR?	100
10.2.4.1.5	:FLICKer	100
10.2.4.1.5.1	[:EUTest]	100
10.2.4.1.5.1.1	:APMoment? FLMO? Pmoml	101
10.2.4.1.5.1.2	:DC? FLDC? dcl	101
10.2.4.1.5.1.3	:DELtat? FLDT? dtl	101
10.2.4.1.5.1.4	:DMAX? FLDX? dmaxl	101
10.2.4.1.5.1.5	:HWTRms? FLRM? Uhwl	101
10.2.4.1.5.1.6	:PLT? FLLT? Pltl	102
10.2.4.1.5.1.7	:PMOMentary? FLMS? Pml	102
10.2.4.1.5.1.8	:PST? FLST? Pstl	102
10.2.4.1.5.1.9	:RESult? FLRE?	102
10.2.4.1.5.2	:LTRemain? FLTR?	103
10.2.4.1.5.3	:PHWave? FLPH? Phw	103
10.2.4.1.5.4	:SOURce	104
10.2.4.1.5.4.1	:APMoment? FSMO? Pmoms	104
10.2.4.1.5.4.2	:DC? FSDC? dcs	104
10.2.4.1.5.4.3	:DELtat? FSDT? dts	104
10.2.4.1.5.4.4	:DMAX? FSDX? dmaxs	105
10.2.4.1.5.4.5	:HWTRms? FSRM? Uhws	105
10.2.4.1.5.4.6	:PLT? FSLT? Plts	105
10.2.4.1.5.4.7	:PMOMentary? FSMS? Pms	105
10.2.4.1.5.4.8	:PST? FSST? Psts	105
10.2.4.1.5.4.9	:RESult? FSRE?	106
10.2.4.1.5.5	:STATe? FSTA?	106
10.2.4.1.5.6	:STRemain? FSTR?	107
10.2.4.1.6	FREQuency	107
10.2.4.1.6.1	:FINPut? DIFQ? DigFrq	107
10.2.4.1.6.2	:SSource? FREQ? f	107
10.2.4.1.7	:HARMonics	108
10.2.4.1.7.1	:AMPower? HPAV?	108
10.2.4.1.7.2	:APFactor? HPFM?	108
10.2.4.1.7.3	:CDResult? HENS?	109
10.2.4.1.7.4	:CURRent	109

10.2.4.1.7.4.1	:AAMPlitude? HIAV? Iaver	110
10.2.4.1.7.4.2	:AFUNdamental? HIFM?	110
10.2.4.1.7.4.3	:AMPLitude? HIAM? Ih	110
10.2.4.1.7.4.4	:GFResult? HIGF?	110
10.2.4.1.7.4.5	:LIMit? HILM? IL	111
10.2.4.1.7.4.6	:LTResult? HILT?	111
10.2.4.1.7.4.7	:OLIMit? HIOV?	112
10.2.4.1.7.4.8	:PHASe? HIPH? IP	112
10.2.4.1.7.4.9	:POHarmonic? HPOC? Ipohc	112
10.2.4.1.7.4.10	:POLimit? HLIP?	112
10.2.4.1.7.4.11	:SAVerage? HIAS?	112
10.2.4.1.7.4.12	:SMOothed? HIMA?	113
10.2.4.1.7.4.13	:STATe? HIST?	113
10.2.4.1.7.4.14	:THARmonic? HTHC? Ithc	114
10.2.4.1.7.4.15	:THDistort? HIHD? Ithd	114
10.2.4.1.7.5	[:VOLTage]	114
10.2.4.1.7.5.1	:AMPLitude? HUAM? Uh	114
10.2.4.1.7.5.2	:GFResult? HUGF?	115
10.2.4.1.7.5.3	:LIMit? HULM? UL	115
10.2.4.1.7.5.4	:LTResult? HULT?	115
10.2.4.1.7.5.5	:MAMPlitude? HUMX? UMax	115
10.2.4.1.7.5.6	:OLIMit? HUOV?	116
10.2.4.1.7.5.7	:PHASe? HUPH? UP	116
10.2.4.1.7.5.8	:STATe? HUST?	116
10.2.4.1.7.5.9	:THDistort? HUHD? Uthd	117
10.2.4.1.8	:POWER	117
10.2.4.1.8.1	:AACTive? PM? Pm	117
10.2.4.1.8.2	:AAPParent? SM? Sm	117
10.2.4.1.8.3	[:ACTive]? P? P	117
10.2.4.1.8.4	:APParent? S? S	118
10.2.4.1.8.5	:AREactive? QM? Qm	118
10.2.4.1.8.6	:FSCale? FSP?	118
10.2.4.1.8.7	:ICAPacity? INCA?	118
10.2.4.1.8.8	:PFACtor? PF? PF	118
10.2.4.1.8.9	:PHASe? PHI? PHI	118
10.2.4.1.8.10	:REACTive? Q? Q	119
10.2.4.1.9	:RESistance	119
10.2.4.1.9.1	:ASResist? RSER? Rser	119
10.2.4.1.9.2	:IMPedance? Z? Z	119
10.2.4.1.9.3	:RSIMpedance? XSER? Xser	119
10.2.4.1.10	:VARiable? VAR?	120
10.2.4.1.11	[:VOLTage]	120
10.2.4.1.11.1	:AC? UAC? Uac	120
10.2.4.1.11.2	:AINPut? AIVA? Ain	121
10.2.4.1.11.3	:CFACtor? UCF? Ucf	121
10.2.4.1.11.4	:DC? UDC? Udc	121
10.2.4.1.11.5	:FFACtor? UFF? Uff	121
10.2.4.1.11.6	:FSCale? FSU?	121
10.2.4.1.11.7	:MAXPk? UMAX? Upkp	122

10.2.4.1.11.8 :MINPk? UMIN? Upkn	122
10.2.4.1.11.9 :PPEak? UPP? Upp	122
10.2.4.1.11.10 :RECTify? UREC? Urect	122
10.2.4.1.11.11 :RUSed? OVRU? OvrU	122
10.2.4.1.11.12 [:TRMS?] UTRMS? Utrms	122
10.2.5 :FORMat	123
10.2.5.1 :DATA FRMT	123
10.2.6 :INITiate commands	123
10.2.6.1 :CONTinuous CONT	124
10.2.6.2 :COPY COPY	124
10.2.6.3 :IMMediate INIM	124
10.2.7 :INPut	125
10.2.7.1 :COUPling SCPL	125
10.2.8 :INSTrument commands	125
10.2.8.1 :SElect MODE	126
10.2.9 :MEMory commands	126
10.2.9.1 :FREeze FRZ	126
10.2.10 :SENSe commands	126
10.2.10.1 :AINPut	127
10.2.10.1.1 :FSCale AIHI	127
10.2.10.1.2 :ZERO AILO	127
10.2.10.2 :AVERage	127
10.2.10.2.1 :COUNT AVER Aver	128
10.2.10.3 :CURRent	128
10.2.10.3.1 :DETEctor IEXT	128
10.2.10.3.2 :RANGe	129
10.2.10.3.2.1 :AUTO IAM	129
10.2.10.3.2.2 [:UPPer] IRNG RngI	129
10.2.10.3.3 :SCALE ISCA Iscal	129
10.2.10.4 :FILTer	130
10.2.10.4.1 [:LPASs]	130
10.2.10.4.1.1 [:STATe] FILT	131
10.2.10.5 :FINPut	131
10.2.10.5.1 :SCALE DIFS	132
10.2.10.6 :FLICker	132
10.2.10.6.1 :PERiods FLPS FlkPer	132
10.2.10.6.2 :STIME FTIM	132
10.2.10.7 :HARMonics	132
10.2.10.7.1 :REFerence HREF	133
10.2.10.7.2 :SMOoth SMOO	133
10.2.10.7.3 :TIME HTIM	133
10.2.10.8 :INTegral	133
10.2.10.8.1 :DATE INTD	134
10.2.10.8.2 :INTerval INTI	134
10.2.10.8.3 :MODE INTM	134
10.2.10.8.4 :STATe? INTS?	135
10.2.10.8.5 :TIME INTT	135
10.2.10.9 :SWEep	135
10.2.10.9.1 :TIME CYCL Cycle	135
10.2.10.10 :TRANsient	136

10.2.10.10.1	:ACRegister TACR.....	136
10.2.10.10.2	:DURation TDUR.....	137
10.2.10.10.3	:LIMita TLIA.....	137
10.2.10.10.4	:LIMitb TLIB.....	137
10.2.10.10.5	:OCRegister TOCR.....	137
10.2.10.10.6	:PRETrigger TPRE.....	138
10.2.10.10.7	:RTIME TREC.....	138
10.2.10.10.8	:SIGNal TSRC.....	138
10.2.10.10.9	:SRDT TDT.....	138
10.2.10.10.10	:SRDY TDU.....	138
10.2.10.10.11	:SROVer TDX.....	139
10.2.10.11	:VOLTage.....	139
10.2.10.11.1	:RANGe.....	139
10.2.10.11.1.1	:AUTO UAM.....	140
10.2.10.11.1.2	[:UPPer] URNG RngU.....	140
10.2.10.11.2	:SCALe USCA Usca.....	140
10.2.10.12	:WAVEform.....	141
10.2.10.12.1	:IUPDate SACT.....	141
10.2.10.12.2	:SATRigger? SATR?.....	141
10.2.10.12.3	:SBTRigger? SBTR?.....	141
10.2.10.12.4	:SSAMples? SSAM?.....	142
10.2.10.12.5	:WAVE? WAVE?.....	142
10.2.11	:SOURce.....	142
10.2.11.1	:DIGital.....	143
10.2.11.1.1	:CONDition DOCO.....	143
10.2.11.1.2	:LIMit DOLI.....	143
10.2.11.1.3	:VALue DOIX.....	143
10.2.11.2	:VOLTage.....	143
10.2.11.2.1	:SCALe.....	144
10.2.11.2.1.1	:FSCale AOHI.....	144
10.2.11.2.1.2	:ZERO AOLO.....	144
10.2.11.2.2	:VALue AOIX.....	144
10.2.12	:STATus commands.....	145
10.2.12.1	:OPERation.....	145
10.2.12.1.1	:CONDition? SOC?.....	146
10.2.12.1.2	:ENABle SOEN.....	146
10.2.12.1.3	[:EVENT]? SOE?.....	146
10.2.12.1.4	:NTRansition SONT.....	146
10.2.12.1.5	:PTRansition SOPT.....	146
10.2.12.2	PRESet PRES.....	146
10.2.12.3	:QUESTionable.....	147
10.2.12.3.1	:CONDition? SQC?.....	147
10.2.12.3.2	:ENABle SQEN.....	147
10.2.12.3.3	[:EVENT]? SQE?.....	148
10.2.12.3.4	:NTRansition SQNT.....	148
10.2.12.3.5	:PTRansition SQPT.....	148
10.2.13	:SYSTem commands.....	148
10.2.13.1	:BEEPer.....	148
10.2.13.1.1	:IMMEdiate BEEP.....	149

10.2.13.2 :DATE DATE.....	149
10.2.13.3 :ERRor.....	150
10.2.13.3.1 :ALL? ERRALL?.....	150
10.2.13.3.2 :COUNT? ERRCNT?.....	150
10.2.13.3.3 [:NEXT]? ERR?	150
10.2.13.4 :HELP.....	150
10.2.13.4.1 :HEADers? HEAD?.....	151
10.2.13.4.2 :SHEaders? SHEAD?.....	151
10.2.13.5 :KEY KEY.....	151
10.2.13.6 :LANGuage LANG	152
10.2.13.7 :PHEader PHDR	153
10.2.13.8 :TIME TIME	154
10.2.13.9 :VERSion? VER?.....	154
10.2.14 :TRIGger commands.....	155
10.2.14.1 :ACTion ACTN.....	155
10.2.14.2 :ICURrent IINC	156
10.2.14.3 :INTerval	156
10.2.14.3.1 :RESet RESET	157
10.2.14.3.2 :STARt START	157
10.2.14.3.3 :STOP STOP	157
10.2.14.4 [:SEQuence].....	157
10.2.14.4.1 :COUple COUPL.....	158
10.2.14.4.2 :SOURce SYNC	158
10.2.15 Beispiel 1	158
10.2.16 Beispiel 2.....	159
10.2.17 Testen der Schnittstelle mit einem Terminalprogramm.....	159
10.2.18 SCPI Kommando Beispiel.....	160
10.2.19 SHORT Kommando Beispiel	162
10.3 Physikalische Geräte.....	164
10.3.1 COM1, RS232.....	164
10.3.2 COM2, RS232.....	165
10.3.3 IEEE488.2.....	165
10.3.4 Parallele Schnittstelle	165
10.3.5 Einstellungen mittels DIP-Schaltern	165
11 Prozeßsignalschnittstelle (Option).....	169
12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker ..	171
12.1 Allgemeines	171
12.2 Handhabung.....	171
12.3 Datenformat.....	172
13 Verschiedenes.....	175
13.1 Kalibrierung.....	175
13.1.1 Anforderungen an das Referenzmeßgerät	175
13.2 Nullpunktabgleich.....	175
13.3 Häufig gestellte Fragen	176
13.3.1 Genauigkeit gemessener und berechneter Größen.....	176

13.4 Funktionsstörung.....	178
13.5 Software Update	181
13.5.1 Service Schnittstelle.....	181
14 Technische Daten	183
14.1 Allgemein	183
14.2 Arbeitsspannungen.....	184
14.3 Anzeige der Meßwerte.....	185
14.4 Standard Meßkanal	185
14.4.1 Abtastung	185
14.4.2 Meßbereiche	185
14.4.3 Genauigkeit	186
14.5 500kHz Version (Option).....	187
14.5.1 Genauigkeit	187
14.6 Modifizierte Eingangskanäle	188
14.6.1 3V Kanal	188
14.6.2 12V Kanal	188
14.6.3 60V Kanal	188
14.6.4 650V Kanal	189
14.6.5 80mA Kanal.....	189
14.6.6 1.2A Kanal	189
14.6.7 5A Kanal	189
14.7 Filter	189
14.7.1 Anti-Aliasing-Filter (AAF)	189
14.8 CE Harmonische.....	190
14.9 Prozeßsignalschnittstelle	191
14.9.1 Analogeingänge	191
14.9.2 Analogausgänge.....	191
14.9.3 Digitaleingänge.....	191
14.9.4 Frequenzeingänge	191
14.9.5 Digitalausgänge	192
14.9.6 Hilfsversorgung	192
14.10 Auxiliary transducer supply.....	192
15 System Architektur	193
15.1 Weitere Anschlüsse.....	193
15.1.1 Externe Synchronisation (Sync.)	193
15.1.2 Auxiliary transducer supply.....	194
15.2 Blockdiagramm LMG95	195
15.3 Blockdiagramm Spannungsmeßkanal	196
15.4 Blockdiagramm Strommeßkanal.....	196
15.5 Blockdiagramm Hauptrechner	197
15.6 Blockdiagramm Computer-Schnittstelle	198
15.7 Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle.....	199
16 Index.....	201

17 Index Schnittstellen Kommandos und Kennungen216

Bildverzeichnis

Bild 1: Measuring Menü	5
Bild 2: Standard Meßschaltung	9
Bild 3: Meßschaltung mit externem Stromumsetzer.....	9
Bild 4: Meßschaltung mit externem Shunt.....	10
Bild 5: Frontseite	13
Bild 6: Rückseite	15
Bild 7: Misc. Menü	18
Bild 8: Limit Menü	22
Bild 9: Ferritkern Meßkreis.....	30
Bild 10: Ferritkern Parameter.....	31
Bild 11: Measuring Menü im normalen Meßmodus	38
Bild 12: Range Menü.....	38
Bild 13: Default Anzeige mit 4 und 8 Werten.....	42
Bild 14: Scope Menü	46
Bild 15: Plot Menü	48
Bild 16: Measuring Menü im CE-Harm Modus	51
Bild 17: Anzeige der Spannung im CE-Harm Modus.....	53
Bild 18: Langzeitauswertung der Harmonischen.....	55
Bild 19: Strom gegen die Einhüllende des Klasse D testen.....	56
Bild 20: Graphische Darstellung von Harmonischen	57
Bild 21: Measuring Menü im CE-Flicker Modus	59
Bild 22: Auswertung der Flickermessung	62
Bild 23: Measuring Menü im Harm100 Modus.....	66
Bild 24: Graphische Darstellung von Harmonischen	70
Bild 25: Measuring menu in transient mode.....	71
Bild 26: SCPI Funktions-Modell.....	75
Bild 27: Standard Status Data Structure.....	79
Bild 28: Questionable Status Data Structure	81
Bild 29: Operation Status Data Structure	82
Bild 30: Programmieranweisungen I	84
Bild 31: Programmieranweisungen II	85
Bild 32: Geräteantworten.....	87
Bild 33: Tasten-Codes	152
Bild 34: COM1 Anschluß	164
Bild 35: COM2 Anschluß	165
Bild 36: Pinbelegung Prozeßsignalschnittstelle	170
Bild 37: Service Anschluß.....	181

Bild 38: Maße.....	184
Bild 39: Sync. Anschluß.....	193
Bild 40: Versorgung externe Stromwandler	194
Bild 41: Blockdiagramm LMG95.....	195
Bild 42: Blockdiagramm U-Kanal	196
Bild 43: Blockdiagramm I-Kanal.....	196
Bild 44: Blockdiagramm Hauptrechner	197
Bild 45: Blockdiagramm Computer-Schnittstelle.....	198
Bild 46: Blockdiagramm Prozeßsignalschnittstelle.....	199

1 Hinweise und Warnvermerke

1.1 Sicherheitshinweise

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

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

Über den zusätzlichen Erdungsanschluß an der Rückseite des Gerätes dürfen keine weiteren Geräte geerdet werden. Er dient nur einer zusätzlichen Erdung des LMG95 für den Fall, daß vom Meßaufbau im Fehlerfall Erdschlußströme von mehr als 10A ausgehen können, die vom Schutzleiter der Netzzuleitung nicht mehr sicher abzuleiten sind. In diesem Fall ist das Meßgerät über diesen Erdungsanschluß mit einem Leiter ausreichenden Querschnittes an einen geeigneten Erdungspunkt anzuschließen. Sollte dies nicht möglich sein, muß das Meßgerät über entsprechende Sicherungen am Meßstromkreis angeschlossen werden. Die Meßeingänge sind für Spannungen bis 600V nach Schutzklasse I isoliert.

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

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

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

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

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

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

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

Lagertemperaturbereich: -20°C bis +55°C

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

2 Allgemeines

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

Bedingt durch seine hohe Abtastrate ermöglicht es sehr genaue Messungen der Leistungs- und Verbrauchsverhältnisse an 1-Phasen-Systemen mit beliebiger Last und Signalen mit Frequenzanteilen im Präzisionsbereich von DC bis 50kHz.

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

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

2.1 Leistungsumfang und Einsatzgebiete

Durch die weiten Meßbereiche der Strom-/Spannungskanäle ist das LMG95 für nahezu alle professionellen Meßanwendungen geeignet, insbesondere im Bereich der Umrichter gespeisten Antriebe sowie der Leistungs- und Energieelektronik. Durch voreinstellbare Meßschaltungen für verschiedene Leiter- und Phasensysteme ist der Anwender in der Lage, das Gerät schnell und problemlos seinen Bedürfnissen anzupassen.

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

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

Die Option 'Oberschwingungsanalyse' ermöglicht die Messung der Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen nach IEC61000-3-2 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 gemäß der IEC61000-4 Normenreihe eignet sich das LMG95 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 LMG95 erfolgt einerseits über Tasten mit einer festen Funktion (im folgenden *kursiv* dargestellt), andererseits werden Softkeys verwendet (**fett** dargestellt), die je nach Menü unterschiedliche Bedeutungen haben. Somit ist es möglich, mit einer überschaubaren Anzahl von Tasten, ohne umständliche Mehrfachbelegungen, sämtliche Funktionen auszuführen. Auch existieren keine Menübäume, die der Anwender durchsuchen muß, um eine bestimmte Anzeige zu erhalten, da alle Menüs mit nur einem Tastendruck erreicht werden können.

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

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

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

Es werden folgende Meßmodi unterschieden:

- Normaler Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG95 als Leistungsmeßgerät mit integrierter Scopefunktion. Von dem Leistungsmeßkanal werden die Effektivwerte von Strom, Spannung sowie die Leistung und sich daraus ableitende Größen berechnet.

- CE Harmonischer Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG95 als Oberschwingungs-Analysator. Dieser Modus wird bei normgerechten Messungen nach IEC61000-3-2 benutzt.
- CE Flicker Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG95 als Flickermeter. Dieser Modus wird bei normgerechten Messungen nach IEC61000-3-3 benutzt.
- Harm100 Modus: In diesem Modus arbeitet das LMG95 als Oberschwingungs-Analysator. Im Unterschied zum CE Harmonischen Modus werden hier mehr Oberschwingungen sowie Phasenwinkel und Leistungen gemessen.
- Transientenmodus In diesem Modus arbeitet das LMG95 als Transientenrecorder. Man kann bestimmte Ereignisse definieren und bei deren Eintritt wird die Aufnahme von Abtastwerten abgebrochen.

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

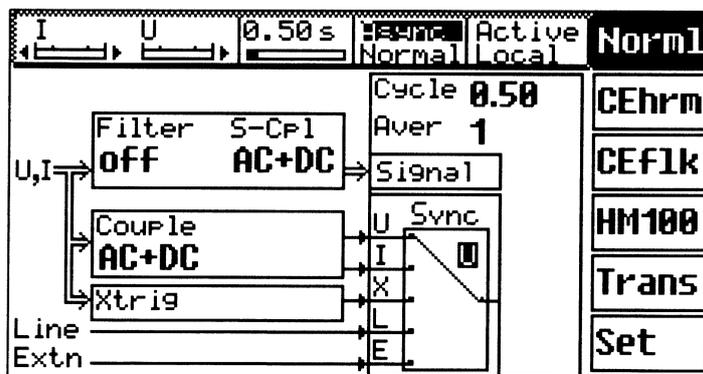


Bild 1: Measuring Menü

3 Inbetriebnahme

3.1 Auspacken und Aufstellen des Gerätes

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

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

Zum Lieferumfang gehören:

- 1 1-Phasen-Präzisionsmeßgerät LMG95
- 1 Benutzerhandbuch
- 4 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 der Aufstellfüße schräg stehend betrieben werden.

3.2 Grundeinstellungen

Prinzipiell speichert das LMG95 die Einstellungen und das zuletzt benutzte Menü. Werden beim Einschalten die beiden unteren Softkeys gedrückt, schreibt das LMG95 in alle Parameter die Werks-Grundeinstellungen.

3.3 Anschluß des LMG95

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! **Folgende Grenzwerte nicht überschreiten:**

I*, I: maximal 21 A (kurzzeitig 160A).

Ext. Shunt: maximal 10V Signalspannung

Wenn der ext. Shunteingang als BNC-Buchse ausgeführt ist, sind maximal 600V(CAT III) oder 1000V(CAT II) Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse erlaubt. Wenn der ext. Shunteingang als Sicherheitslaborbuchse ausgeführt ist, sind maximal 1000V(CAT III) oder 1500V(CAT II) Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse erlaubt. Siehe auch 14.2, 'Arbeitsspannungen'.

U*,U: maximal 600V (kurzzeitig 1500V) zwischen U und U*; maximal 1000V Betriebsspannung gegen Schutzleiter bzw. Gehäuse



Achtung! Die Buchsen I, I* und externer Shunt sind intern verbunden. Bei einer Strommessung liegt die Sicherheits-BNC-Buchse somit auf dem Potential der Strommessung! Die Abschirmung des ext. Shuntanschlusses ist intern direkt mit der I-Buchse verbunden. Deshalb sollten I/I* und die Sicherheits-BNC-Buchse nicht gleichzeitig angeschlossen werden!



Achtung! Es dürfen nur **berührungssichere** Anschlußkabel mit ausreichendem Querschnitt verwendet werden (vom Gerätehersteller lieferbar). Dies gilt auch für die Sicherheits-BNC Buchse!



Achtung! Es dürfen keine unisolierten Standard-BNC-Steckverbinder eingesetzt werden.

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.

3.3.1 Meßschaltung mit internem Stromfad

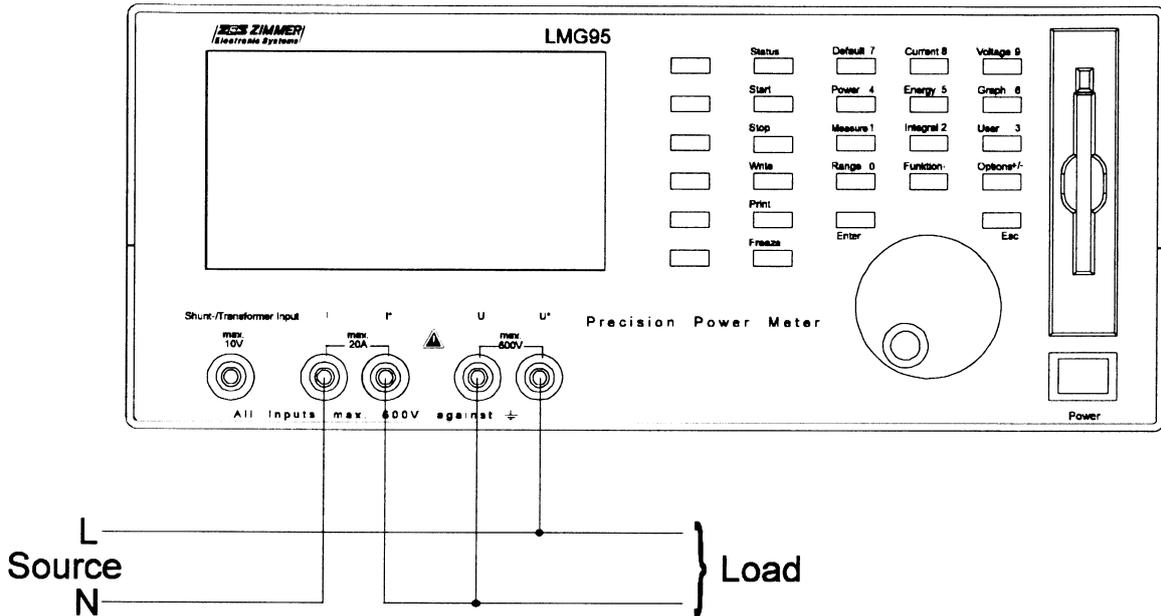


Bild 2: Standard Meßschaltung

3.3.2 Meßschaltung mit externem Stromumsetzer

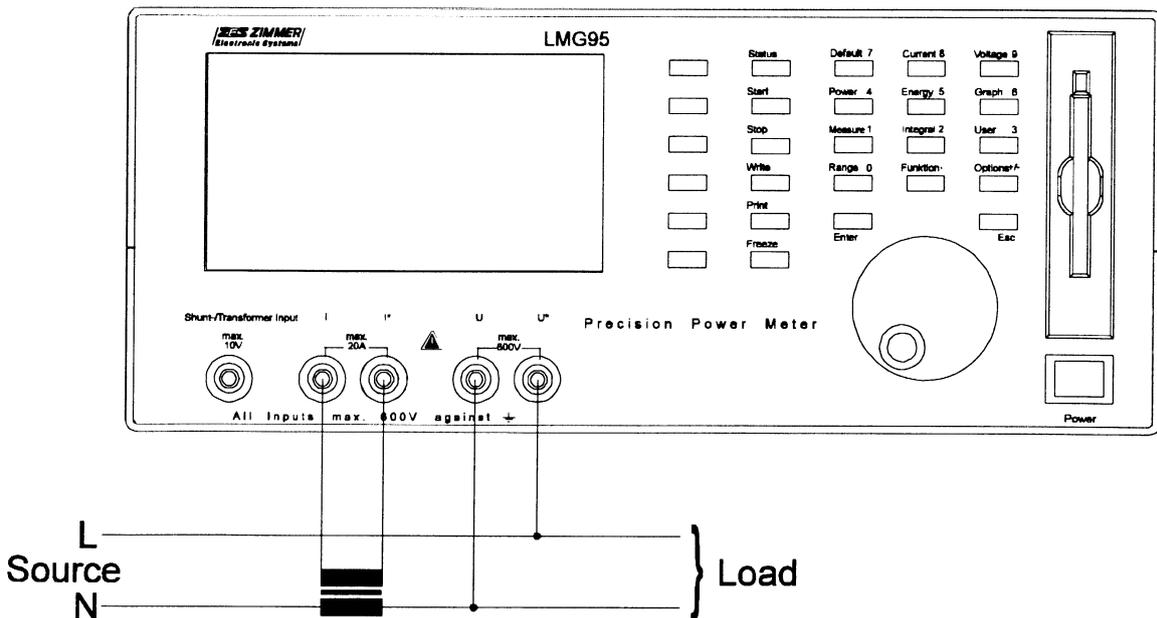


Bild 3: Meßschaltung mit externem Stromumsetzer

3.3.3 Meßschaltung mit externem Shunt

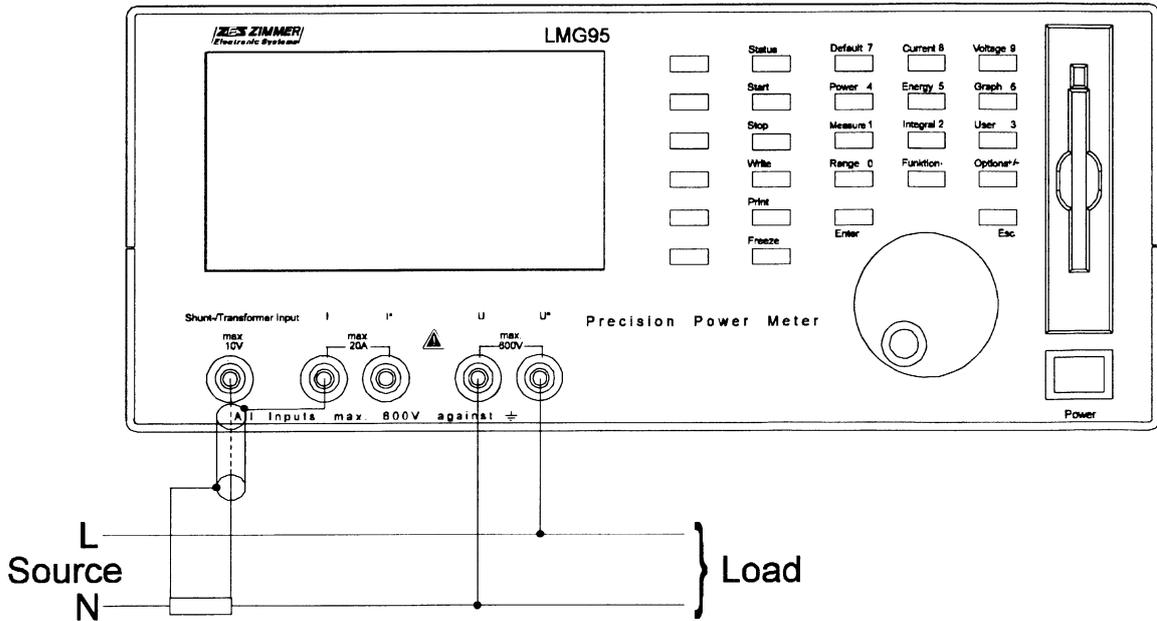


Bild 4: Meßschaltung mit externem Shunt

3.3.4 Meßschaltung mit externem Stromsensor

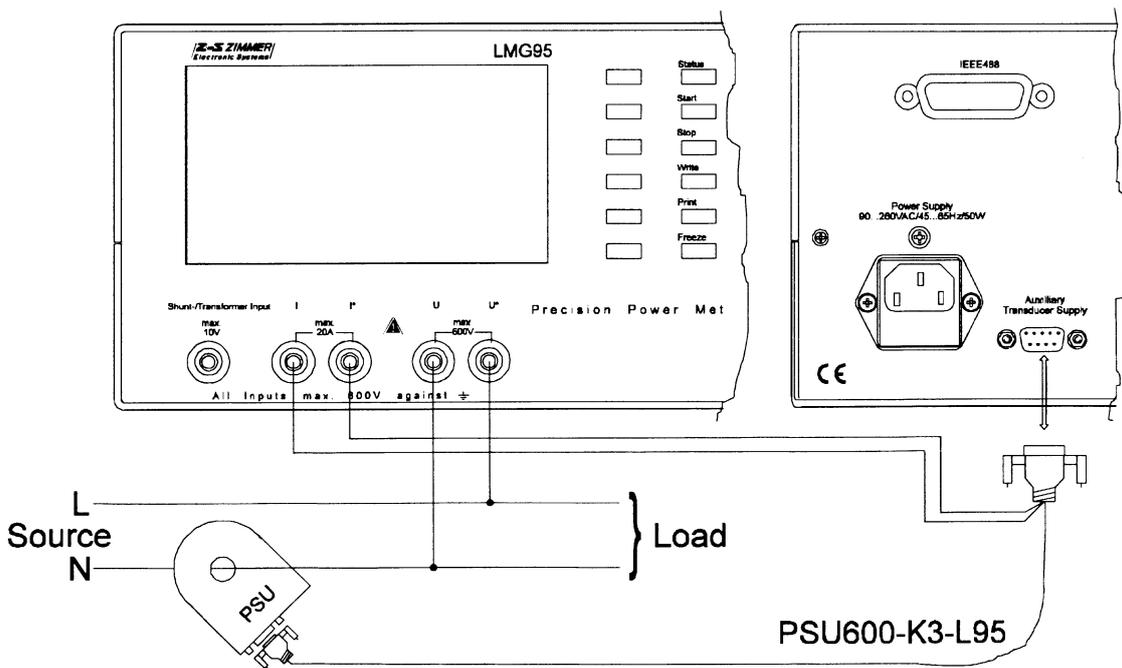


Bild 5: Meßschaltung mit externem Stromsensor und PSU600-K3-L95

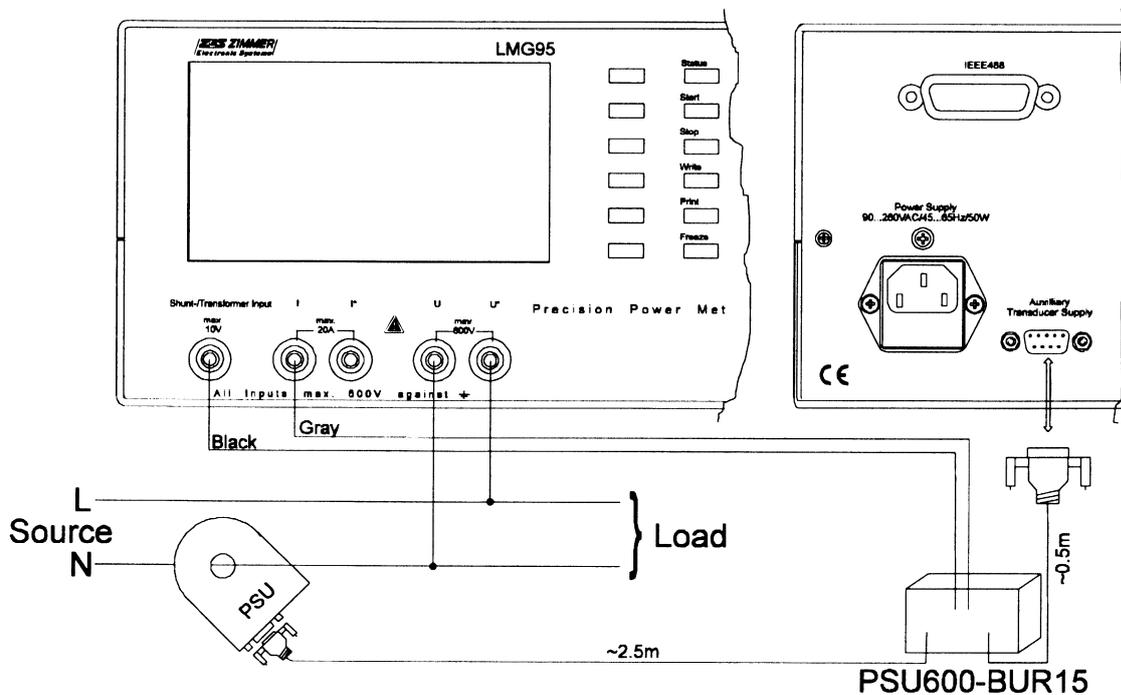


Bild 6: Meßschaltung mit externem Stromsensor und PSU600-BUR15

Diese Spezial-Stromsensoren der PSU Serie können Ströme bis 600A_{pk} im Frequenzbereich DC bis >100kHz messen. Die Hilfsversorgung dieser Sensoren wird über eine 9polige Steckverbindung auf der Geräterückseite realisiert.

PSU600-K3-L95

Das *Range* Menü sollte wie folgt eingestellt werden: Scaling 1500, Shunt intern, Strommeßbereich 0.4A_{pk} oder kleiner.

PSU600-BUR15

In dem Kästchen der Bürde ist ein Schalter. Dieser kann in Richtung der beiden Kabelklemmen (Scaling 100) oder in Richtung der beiden Elkos (Scaling 1000) stehen. Zum Umschalten kann man bei geschlossenem Gehäuse und ausgeschaltetem Gerät von außen einen Schraubenzieher o.ä. benutzen.

Das *Range* Menü sollte wie folgt eingestellt werden: Externen Shunt wählen und Scaling auf den entsprechenden Wert stellen. Nun stehen (je nach Schalterstellung) die Meßbereiche 3A-400A (Schalter auf Scaling 100) oder 30A bis 4000A (Schalter auf Scaling 1000) zur Verfügung.

Die grüne/rote LED zeigt an, ob der PSU richtig arbeitet oder übersteuert ist.

Scaling 100

Zu beachten ist, daß bei diesem Scaling maximal 350A_{pk} gemessen werden können.

Scaling 1000

Zu beachten ist, daß die Meßbereiche von 1000A bis 4000A nicht sinnvoll genutzt werden können, da der PSU maximal 600Apk messen kann. Man kann in diesen Bereichen messen, jedoch ist die Aussteuerung sehr klein.

4 Bedienelemente

4.1 Frontseite

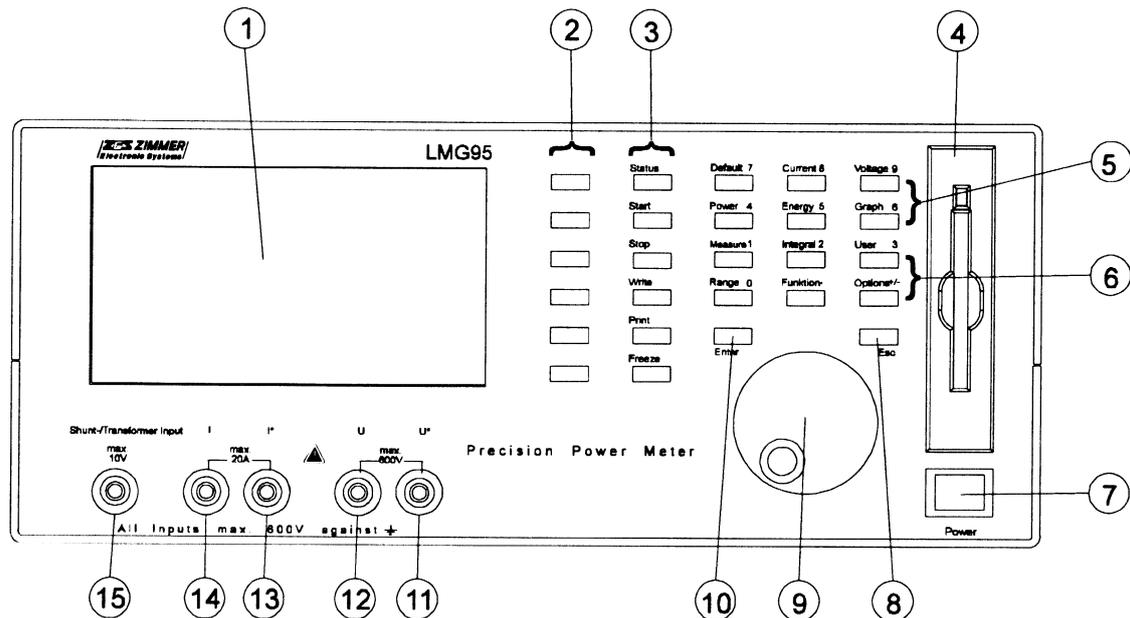


Bild 5: Frontseite

- 1 Grafisches Display
- 2 6 Softkeys.
Ihre Funktion hängt von der jeweiligen Anzeige ab.
- 3 Spezielle Funktionstasten:
 - Status: Hier sind Statusinformationen über das LMG95 erhältlich
 - Start: Starten zeitabhängiger Messungen
 - Stop: Stoppen zeitabhängiger Messungen
 - Save/Recall: (Write bei älteren Geräten) Die Meßwerte werden auf Speicherkarte geschrieben
 - Print/Log: Das aktuelle Menü wird auf dem Drucker ausgegeben.
 - Freeze: Die Aktualisierung der Display-Daten wird gestoppt oder fortgesetzt.
- 4 Speicherkarteneinschub
Hier wird die Speicherkarte eingeführt.
- 5 Weiße Menütasten
Mit diesen Tasten werden verschiedenen Anzeigemenüs aufgerufen:
Default, Current, Voltage, Power, Int. Val (Energy bei älteren Geräten) und Graph.
Eine zweite Funktion dieser Tasten ist die Eingabe der Zahlen '4' bis '9'.

6 Lila Menütasten

Mit diesen Tasten werden verschiedene Einstellmenüs aufgerufen:

Measure: Grundlegende Meßparameter

Int.Time: ('Integral' bei älteren Geräten) Einstellungen für zeitabhängige Messungen

Custom: ('User' bei älteren Geräten) Einstellungen für benutzerdefinierte Menüs

Ranges: Meßbereichswahl

Misc: ('Function' bei älteren Geräten) Einstellung von Uhrzeit, Helligkeit, ..

IF/IO: ('Options' bei älteren Geräten) Einstellungen von Geräteoptionen

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

7 Netzschalter

8 ESC Taste

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

9 Drehknopf

Dieser Drehknopf wird für verschiedenste Einstellungen von Zahlen, Auswahllisten und Cursorpositionen benutzt. Eine Rechtsdrehung vergrößert die Zahl.

10 ENTER Taste

Diese Taste wird zum Bestätigen von Eingaben und Fehlermeldungen benutzt.

11 U*

Spannungseingang (high), 4mm Sicherheitsbuchse, lila

12 U

Spannungseingang (low), 4mm Sicherheitsbuchse, grau

13 I*

Stromeingang (high), 4mm Sicherheitsbuchse, lila

14 I

Stromeingang (low), 4mm Sicherheitsbuchse, grau

15 Shunt-/Transformer Input

Eingang für externe Shunts und Stromumsetzer. 4mm Sicherheitsbuchse, schwarze

4.2 Rückseite

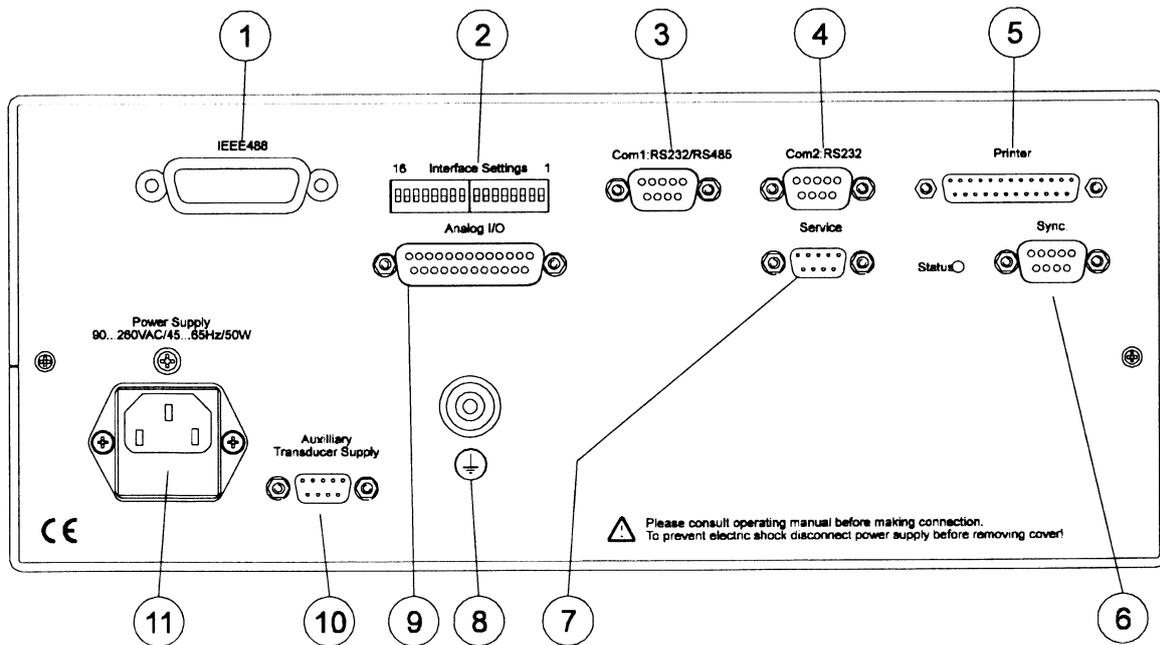


Bild 6: Rückseite

- 1 IEEE488
Parallele Schnittstelle, 24-pin micro-ribbon Stecker
- 2 DIP-Schalter
Diese Schalter werden benutzt, um das Interface extern einzustellen.
- 3 Com1: Serial RS232 interface
Dies ist die serielle Standard-Schnittstelle zur Fernsteuerung des LMG95
9-pin SUB-D Stecker
- 4 Com2: Serial RS232 interface
Diese serielle Schnittstelle ist für zukünftige Anwendungen reserviert.
9-pin SUB-D Stecker
- 5 Printer
Centronics kompatible Drucker-Schnittstelle.
25-pin SUB-D Stecker
- 6 Sync.
Anschluß für externe Synchronisation und Zeitsteuerung.
9-pin SUB-D Stecker
- 7 Service
Schnittstelle für Service-Zwecke, z.B. Software-Update.

- 8 PE
Zusätzlicher Erdanschluß, Polklemme
- 9 Analog I/O
Zusätzliche analoge und digitale Ein- und Ausgänge für Hilfssignale
- 10 Auxiliary transducer supply
Hier wird eine Spannung von $\pm 15V$ zur Verfügung gestellt. Diese wird für externe Sensoren benutzt.
- 11 Mains
Kaltgerätestecker mit kombiniertem Sicherungshalter für Feinsicherungen.
Eingangsspannung 90...250V, 45...65Hz, ca. 30W
Feinsicherung T1A/250V, 5x20mm, IEC127-2/3

4.3 Anzeige

Die Anzeige ist in 3 Bereiche unterteilt:

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

4.3.1 Statuszeile

Die Statuszeile besteht aus den folgenden 5 Bereichen (von links nach rechts):

- Die Aussteuerungsanzeige des Stromes. Hier sieht man, wie weit der augenblicklich gewählte Meßbereich angesteuert ist. Diese Anzeige ist wichtig für die richtige Wahl der Meßbereiche. Ein invers dargestelltes 'LF' zeigt an, daß im Meßkanal ein Filter aktiv ist. Ein blinkender Pfeil nach links zeigt an, daß der nächst kleinere Meßbereich ausgewählt werden sollte. Ein blinkender Pfeil nach rechts zeigt eine Übersteuerung des Kanals an.
- Die Aussteuerungsanzeige der Spannung. Hier sieht man, wie weit der augenblicklich gewählte Meßbereich angesteuert ist. Diese Anzeige ist wichtig für die richtige Wahl der Meßbereiche. Ein invers dargestelltes 'LF' zeigt an, daß im Meßkanal ein Filter aktiv ist.

Ein blinkender Pfeil nach links zeigt an, daß der nächst kleinere Meßbereich ausgewählt werden sollte. Ein blinkender Pfeil nach rechts zeigt eine Übersteuerung des Kanals an.

- Die Time-Base Anzeige. Hier wird die aktuell eingestellte Zeitbasis angezeigt oder die Anzahl der Perioden über die gemessen wird. Der Balken unter dieser Anzeige zeigt an, wieviel Prozent der Zeitbasis bereits verstrichen sind.
- Die Synchronisations- und Modusanzeige. In der oberen Zeile wird die aktuelle Synchronisation angezeigt. Mögliche Anzeigen sind: 'Line', 'Extern', 'Sync U' und 'Sync I'. Wenn die Anzeige mit schwarzer Schrift ausgegeben wird, ist ein Synchronisationssignal vorhanden. Bei weißer Schrift auf schwarzem Grund wurde kein Sync-Signal gefunden. In der 2. Zeile sieht man den gewählten Meßmodus. Mögliche Werte sind: 'Normal', 'CE-Hrm', 'CE-Flk', 'HRM100' und 'Trans'.
- Die Display- und Fernsteueranzeige. In der oberen Zeile zeigt 'Active' an, daß das Display laufend aktualisiert wird. 'Freeze' zeigt an, daß die Meßwerte nicht mehr aktualisiert werden. Dies ist solange der Fall, bis wieder 'Active' angezeigt wird. In der unteren Zeile zeigt 'Remote' an, daß das LMG95 über eine Schnittstelle ferngesteuert wird. Die Einstellungen können nun nur noch durch einen PC, nicht jedoch am Meßgerät selbst vorgenommen werden. 'Local' zeigt an, daß das LMG95 direkt bedient werden kann.

4.4 Allgemeine Menüs

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

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

4.4.1 Misc.

Bei älteren Geräten war diese Taste mit 'Function' bezeichnet.

Hier gibt es 4 Einstellungen:

Date: Setzen des Datums

Time: Setzen der Zeit. Bei der Eingabe ist statt ':' ein '.' einzugeben.

Contrast: Einstellen des Kontrastes des Display

Bright: Einstellen der Helligkeit des Display

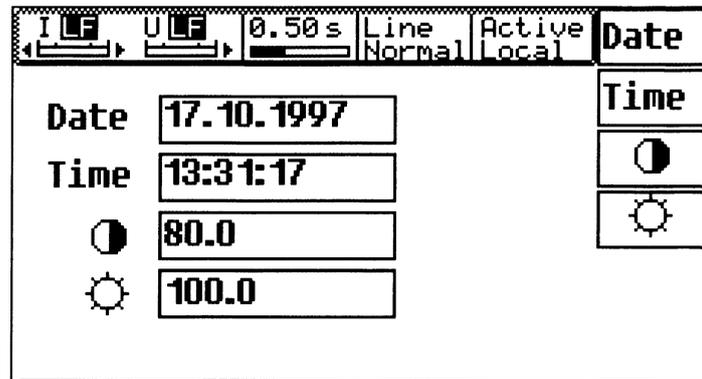


Bild 7: Misc. Menü

4.4.2 IF/IO

Bei älteren Geräten war diese Taste mit 'Options' bezeichnet.

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

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

4.4.2.1 Schnittstellen

Hier muß man zwischen logischen Geräten (Datenaufzeichnung und Fernsteuerung) und den physikalischen Geräten (COM Schnittstelle, parallele Schnittstelle, GPIB Schnittstelle und Speicherkarte) unterscheiden. Die logischen Geräte definieren, was durchgeführt wird, die physikalischen Geräte definieren, wo es durchgeführt wird.

Druckersymbol für Datenaufzeichnung, Loggen (logisches Gerät)

In diesem Menü werden die Einstellungen für die Datenausgabe (Loggen) auf Speicherkarte und Drucker vorgenommen.

Dev Wählt das physikalische Gerät (engl. device) für die Datenaufzeichnung aus. Wenn das Gerät für andere Zwecke benutzt wird (z.B. zur Fernsteuerung), erscheint es nicht in der Auswahlliste.

off Kein Gerät ausgewählt.

COM1 Die COM1 Buchse wird mit RS232 Pegeln benutzt.

COM2 Die COM2 Buchse wird mit RS232 Pegeln benutzt.

Printer Der parallele Druckerport wird benutzt.

Memory Card Die Speicherkarte wird benutzt.

Mode Wann werden die Daten ausgegeben:

- Single** Die Daten werden nur auf Anforderung hin ausgegeben. Man bekommt prinzipiell die Werte, die man sieht, d.h. sind die Werte eingefroren, bekommt man diese.
- Cycle** Die Daten werden nach jedem Meßzyklus ausgegeben. Man bekommt immer die aktuellen Daten, unabhängig vom Status der Freeze Funktion.
- Integral** Die Daten werden nach jeder Integration ausgegeben. Man bekommt immer die aktuellen Daten, unabhängig vom Status der Freeze Funktion.
- Periodic** Die Daten werden in festen Zeitintervallen ausgegeben. Man bekommt immer die aktuellen Daten, unabhängig vom Status der Freeze Funktion.

Typ Hier wird der angeschlossene Drucker eingestellt. Dieser Punkt ist wichtig, wenn Graphiken gedruckt werden sollen.

Per. Die ist die Zeitdauer für die festen Zeitintervalle.

more> Hier kann ein Header angegeben werden, der bei jedem Druck auf die *Print* Taste ausgegeben wird.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

Hinter 'next..' in der letzten Zeile wird die verbleibende Zeit bis zur nächsten Ausgabe angezeigt.

R(e)mote

In diesem Menü werden die Einstellungen für den Fernsteuerbetrieb vorgenommen:

Dev Wählt das physikalische Gerät für die Kommunikation mit dem Computer aus. Wenn das Gerät für andere Zwecke benutzt wird (z.B. zur Datenausgabe), erscheint es nicht in der Auswahlliste.

off Kein Gerät ausgewählt.

COM1 Die COM1 Buchse wird mit RS232 Pegeln benutzt.

COM2 Die COM2 Buchse wird mit RS232 Pegeln benutzt.

GPIB Die GPIB Buchse wird benutzt.

Bitte beachten: Die hier gemachten Einstellungen könnten beim nächsten Einschalten des Meßgerätes überschrieben werden, wenn die DIP Schalter auf der Geräterückseite falsch gesetzt sind. Siehe auch Kapitel 10.3.5, 'Einstellungen mittels DIP-Schaltern'

Mode Hier wird der Arbeitsmodus eingestellt:

Local Einstellungen und Ablesungen können am LMG95 durchgeführt werden. Über die Schnittstelle können nur Werte gelesen werden.

Remote Einstellungen und Ablesungen können über Schnittstelle vorgenommen werden. Am Gerät können nur Werte abgelesen werden.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

Dev. (physikalische Geräte)

Hier werden die physikalischen Geräte eingestellt:

Mit **Device** kann man die verschiedenen Geräte auswählen. Die Einstellungen werden dann mit **Set** verändert. Nachfolgend die Einstellmöglichkeiten der verschiedenen Schnittstellen:

GPIB Die Adresse der Schnittstelle wird mittels **Adr** eingestellt (im Bereich 1-30). In der unteren Zeile sieht man den aktuellen Verwendungszweck der Schnittstelle.

COM1 Zunächst stellt man mit **Baud** die Übertragungsgeschwindigkeit ein. **EOS** gibt das Endezeichen an. Mögliche Werte sind '<lf>', '<cr>', '<cr><lf>' und 'Terminal'. Bei 'Terminal' wird jedes gesendete '<cr>' mit einem '<cr><lf>' des LMG95 beantwortet. Das Zeichenecho kann mit **Echo** ein- und ausgeschaltet werden. Das Kommunikationsprotokoll wird mit **Proto** eingestellt. Hier kann zwischen 'None' und 'RTS/CTS' gewählt werden.

COM2 Siehe COM1.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.2 Prozeßsignalschnittstelle

Mit **IO** erreicht man ein Menü, in dem die Einstellungen der Prozeßsignalschnittstelle vorgenommen werden. Mit **Modul** wählt man aus, welche Funktionsgruppe mit **Set** verändert werden soll. Mit **back** kehrt man zum Menü *IF/IO* zurück.

4.4.2.2.1 Analogeingänge (Modul A_In)

Im Setzmodus dieses Menüs kann man folgendes einstellen:

⤴ ⤵: Hiermit wird der Eingangskanal ausgewählt. Man kann dies auch mit dem Drehknopf machen.

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

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

Beispiel: Die Einstellung ist **ZERO** '30' und **FS** '120'. Nun bekommt man bei 0V Eingangsspannung einen Anzeigewert von 30, bei 10V Eingangsspannung eine

Anzeige von 120 und bei 5V eine Anzeige von 75. Die Anzeige wird mit jedem Meßzyklus aktualisiert.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.2.2 Analogausgänge (Modul A_Out)

Im Setzmodus dieses Menüs kann man folgendes einstellen:

⤴⤵: Hiermit wird der Eingangskanal ausgewählt. Man kann dies auch mit dem Drehknopf machen.

VALUE: Hiermit wird der auszugebende Meßwert eingestellt. Siehe Kapitel 4.5, 'Eingabe von Kennungen'.
Achtung! Die Werte 'wave u', 'wave i' und 'wave p' können nur auf einem Kanal ausgegeben werden!

ZERO: Hier wird eingestellt, welcher Wert von **VALUE** als 0V ausgegeben wird.

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

Beispiel1: Die Einstellung ist **VALUE** 'Utrms', **ZERO** '200' und **FS** '250'. Nun bekommt man bei Utrms=200V eine Ausgangsspannung von 0V, bei Utrms=250V eine Spannung von 10V und bei Utrms=230V eine Spannung von 6V. Der Ausgang wird nach jedem Meßzyklus aktualisiert.

Beispiel2: Die Einstellung ist **VALUE** 'wave u'. **ZERO** und **FS** sind bei den Abtastwerten egal. Die 10V werden beim zulässigen Spitzenwert erreicht. Nun werden die Abtastwerte der Eingangsspannung ausgegeben. Der Ausgang wird nach jeder Abtastung aktualisiert (etwa 100kHz).

back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.2.3 Digitaleingänge (Modul D_In)

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

4.4.2.2.4 Digitalausgänge (Modul D_Out)

Im Setzmodus dieses Menüs kann man folgendes einstellen:

↑↓: Hiermit wird der Eingangskanal ausgewählt. Man kann dies auch mit dem Drehknopf machen.

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

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

on: Der Ausgang hat immer Alarmzustand.

off: Der Ausgang hat nie Alarmzustand.

≥: Der Ausgang wechselt in den Alarmzustand, wenn **VALUE** ≥ **LIMIT** ist.

<: Der Ausgang wechselt in den Alarmzustand, wenn **VALUE** < **LIMIT** ist.

LIMIT: Hier wird der Grenzwert eingegeben, der mit **VALUE** verglichen wird.

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

I		U		0.50 s	Sync U	Active	Modul
← →		← →		▬	Normal	Local	D_OUT4
Digital Outputs							Set
	Value	Cond.	Limit	Out			
1	Itrms	>=	160.00 m	☑			
2	Itrms	<	160.00 m	○			
3	Utrms	on	0.0000	☑			
4	Utrms	off	0.0000	○	back		

Bild 8: Limit Menü

back Zurück zum übergeordneten Menü.

4.4.2.3 Options-Schlüssel

Wenn man auf den Softkey mit dem Schlüsselsymbol drückt, erhält man den aktuellen Schlüsselcode des LMG95. In diesem sind alle Geräteoptionen enthalten. Einige Geräteoptionen sind reine Software. Will man z.B. die „100 Harmonischen Option“ nachrüsten, sendet man den aktuellen Schlüssel sowie die Seriennummer des LMG95 an seinen Händler oder an ZES und erhält den geänderten Schlüssel mit der freigeschalteten Option zurück.

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

4.4.3 Formel Editor

Zum Formeleditor gelangt man durch Drücken von **Forml** im *Custom Menü*.

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

4.4.3.1 Grundsätzliches

Der Formeleditor des LMG95 ähnelt einer einfachen Programmiersprache. Der Programmcode wird zeilenweise eingegeben, wobei auch mehrere Anweisungen in einer Zeile stehen dürfen. Jede Anweisung muß mit einem ';' abgeschlossen werden. Dadurch ist es möglich, eine Anweisung auch auf mehrere Zeilen zu verteilen. Falls die Anweisungzeile Leerzeichen enthält, wird sie vom Editor automatisch bei Erreichen der linken Randes umgebrochen. (Generell kann jede Anweisung beliebig viele Leerzeichen enthalten, solange dadurch nicht Messwertkennungen oder Schlüsselworte wie z.B. '**sin(x)**' auseinandergerissen werden). Mit '#' wird ein Kommentar eingeleitet. Er dauert an, bis ein manueller Zeilenumbruch (mit **new line** !) gefunden wird. Ein automatischer Umbruch beendet den Kommentar nicht.

So ist die Anweisung:

```
var0=Utrms*Itrms;
```

identisch zu:

```
var0 = Utrms* Itrms ;
```

oder:

```
var0 =  
Utrms * Itrms;
```

Durch betätigen von '<' wird das Zeichen vor dem Cursor gelöscht. Befindet sich der Cursor am linken Rand, springt er ans Ende der vorherigen Zeile, wobei der Zeilenumbruch wieder gelöscht wird (Dadurch, daß beliebig Leerzeichen zwischen den Teilen einer Anweisung eingefügt werden können, können einzelne Zeilen auch eingerückt werden. Dies erhöht die Lesbarkeit innerhalb von **if** Anweisungen).

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

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

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

4.4.3.2 Grammatik

4.4.3.2.1 Anweisungen

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

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

4.4.3.2.2 Auswahlanweisung

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

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

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

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

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

Beispiel

```
if (Utrms>227.5)  
    dout_off(1)  
    dout_off(2)  
else  
    dout_on(4)  
fi
```

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

4.4.3.2.3 Ausdrücke

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

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

4.4.3.2.4 Konstanten

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

4.4.3.2.5 Variablen

Unterschieden werden nur lesbare und auch schreibbare Variablen. Zu ersteren gehören alle Meßwerte, die vom LMG95 gemessen werden, aber auch Einstellparameter wie z.B. die Zykluszeit oder Meßbereich. Diese Variablen können wie Konstanten zur Verrechnung benutzt werden, eine Zuweisung an sie ist allerdings nicht erlaubt.

So ist folgende Anweisung

```
var0=Utrms;
```

ok, während

```
Utrms=0;
```

einen Fehler erzeugt.

Die Ergebnisse eines Ausdrucks können nur in den 8 benutzerdefinierten Variablen 'var0' bis 'var7' gespeichert werden. Diese Kennungen sind solange gültig, bis sie überdefiniert werden. Dies wird einfach durch Angabe einer noch nicht existierenden Kennung erreicht. Diese neue Kennung ersetzt dann die erste noch nicht überdefinierte Variable. Die maximale Länge ist auf 10 Zeichen begrenzt. In Beispiel 2 wird **var0** durch **Uhigh** und **var1** durch **Ulow** ersetzt. Wie man sieht, werden die Kennungen in der Reihenfolge ihres Auftretens ersetzt. Beim Drücken von **End** werden alle **var0** Kennungen durch **Uhigh** ersetzt (die anderen Kennungen entsprechend). Somit erhält man in den benutzerdefinierten Menüs oder im Plotmenü die neuen Kennungen.

Zur Aufnahme und Anzeige eines Ergebnisses sind die internen Variablen var0...var7 gedacht. Sie sind gleichzeitig die einzigen Werte, die als Ziel einer Zuweisung akzeptiert werden.

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

4.4.3.2.6 Schlüsselworte

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

else schließt den Programmteil ab, der bei einer wahren Bedingung ausgeführt werden soll (kein abschließendes Semikolon!). Alle Programmteile hinter dem **else** bis zum nächsten **fi** werden ausgeführt, wenn die Bedingung **nicht** wahr war. Der **else** Befehl ist optional.

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

if leitet eine Bedingung ein, die Bedingung muß in Klammern () eingeschlossen werden.

4.4.3.2.7 Funktionen

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

abs (x)	Betrag des Klammerausdrucks
acos (x)	arcus cosinus des Klammerausdruckes (im Bogenmaß!)
asin (x)	arcus sinus des Klammerausdruckes (im Bogenmaß!)
bell ()	generiert einen kurzen Ton

cos(x)	cosinus des Klammerausdruckes (x im Bogenmaß!)
dout_off(nr)	Schaltet den Digitalausgang Nummer nr aus (kein Alarm). $1 \leq nr \leq 4$
dout_on(nr)	Schaltet den Digitalausgang Nummer nr ein (Alarm). $1 \leq nr \leq 4$
freeze()	'friert' alle Anzeigewerte ein (wie Taste Freeze)
isrun()	Liefert 1 zurück, wenn die Integration läuft.
isstop()	Liefert 1 zurück, wenn die Integration gestoppt ist
ln(x)	Natürlicher Logarithmus von x
log(x)	Zehnerlogarithmus von x
reset()	Gleiche Funktion wie Reset Softkey im <i>Time Int.</i> Menü
sin(x)	sinus des Klammerausdruckes (x im Bogenmaß!)
sqrt(x)	Quadratwurzel des Klammerausdruckes
start()	Gleiche Funktion wie <i>Start</i> Taste
stop()	Gleiche Funktion wie <i>Stop</i> Taste
unfreeze()	beendet freeze()

4.4.3.2.8 Operatoren

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

hohe Priorität

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

^	Exponent
/ *	Division und Multiplikation
+ -	Addition und Subtraktion
<, ==, >	kleiner, gleich, größer (Vergleichsoperatoren)
=	Zuweisung
<>	Ungleich

niedrige Priorität

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

Das Ergebnis von:

$-3^2 * 4$ ist 36

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

4.4.3.2.9 Bemerkungen

Jede Zeile, die mit einem '#' startet ist ein Kommentar. Siehe auch '4.4.3.2.15, Beispiel 6: Digitalausgänge abhängig von Harmonischen schalten'.

4.4.3.2.10 Beispiel 1: Automatischer Freeze bei Grenzwertverletzung

Sobald die 23te Oberwelle der Spannung 10V überschreitet, sollen alle Anzeigewerte 'eingefroren' werden. Gleichzeitig soll das LMG95 durch einen Ton den Eintritt dieser Situation melden.

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

ACHTUNG!

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

4.4.3.2.11 Beispiel 2: Min/Max-Wert Bestimmung

Es soll der größte und kleinste Effektivwert der Spannung bestimmt werden.

```

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

```

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

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

4.4.3.2.12 Beispiel 3: Berechnung des THD+N

Über den Formeleditor ist es auch möglich, den THD+N Wert zu bestimmen:

```
THDN=sqrt ( (Utrms2-Uh[1]2) / Uh[1]2 );
```

Diese Formel arbeitet aber nur im Harmonischen Modus korrekt, da Uh:1 nur dort berechnet wird!

4.4.3.2.13 Beispiel 4: Pulszählung

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

```

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

```

fi

4.4.3.2.14 Beispiel 5: Messung von Ferritkern-Eigenschaften

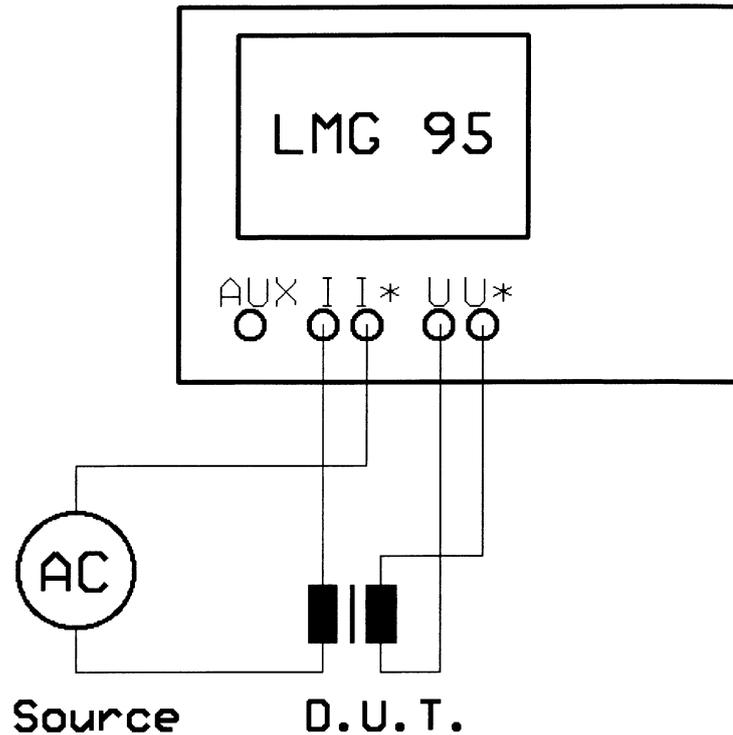


Bild 9: Ferritkern Meßkreis

Wenn man einen Ferritkern nach obigem Schaltbild vermißt, kann man mit Hilfe des Formeleditors die Parameter des Kernes bestimmen:

```

Pfe=P;
Bpk=Urect/(4*f*3*0.0000916);
Hpk=Ipp/2*3/0.085608;
ua=Bpk/1.2566e-6/Hpk;
F=f;CFu=Ucf;CFi=Icf;pf=PF;
if(P>4.3) freeze();fi
if(P>1) bell();fi

```

Die Ergebnisse werden im *Custom* Menü angezeigt:

I	U	0.05 s	Sync I	Active	4 val
			Normal	Local	
Pfe	6.45650 m				8 val
Bpk	17.2996 m				
Hpk	3.32315				Forml
ua	4.14274 k				Reset
F	51.6381 k				
CFu	1.63513				
CFi	1.49917				
pf	91.4917 m				

Bild 10: Ferritkern Parameter

Ein detaillierter Applikationsbericht kann unter der Kennung NOTE17E.PDF von ZES angefordert werden.

4.4.3.2.15 Beispiel 6: Digitalausgänge abhängig von Harmonischen schalten

```

### Wave1 ###
if(Ih[1]>0.08) dout_on(1);
else dout_off(1);
fi
### Wave3 ###
if(Ih[3]>0.068) dout_on(2);
else dout_off(2);
fi
### Wave5 ###
if(Ih[5]>0.05) dout_on(3);
else dout_off(3);
fi

```

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

4.4.3.3 Drucken von Formeln

Um die Formeln auszudrucken, muß man als Drucktyp 'ASCII' einstellen (siehe 4.4.2.1 Schnittstellen). Es werden alle Formeln ausgedruckt, nicht nur die sichtbaren.

4.4.4 Konfigurationen verwalten

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

4.4.4.1 Laden der Konfiguration

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

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

4.4.4.2 Speichern der Konfiguration

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

4.5 Eingabe von Kennungen, Buchstaben und Zeichen

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

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

Man kann den gewünschten Wert einstellen, indem man mit dem Drehknopf (**Mode** muß auf 'copy' stehen!) auf das benötigte Zeichen fährt und *Enter* drückt. In diesem Fall müssen die Buchstaben so eingegeben werden, wie sie auch in den Menüs erscheinen (z.B. 'Utrms'). Eine Übersicht der Kennungen findet man ab Kapitel 10.2, 'Kommandos'. Zum Suchen sollte auch Kapitel 17, 'Index Schnittstellen Kommandos und Kennungen' benutzt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Taste eines Menüs zu drücken (z.B. *Voltage*, *Current*, ...) woraufhin eine Liste der auswählbaren Werte (des aktuellen Meßmodus) erscheint. Mit dem Drehknopf wird ein Wert ausgewählt und mit *Enter* in die Eingabezeile kopiert. Bei mehrkanaligen Werten (z.B. Analogeingang) kann noch ein ':' und zusätzliche Zeichen für den Meßkanal eingegeben werden (z.B. die Nummer des Analogeingangs, z.B. 'Ain:3'). Wenn keine Nummer vorgegeben wird, ist '1' der Standardwert ('Ain' = 'Ain:1').

Wenn der Wert ein Array ist, wird der gewünschte Index in eckigen Klammern '['] angegeben (die 5. Harmonische wäre z.B. U[5]). Wenn kein Index angegeben ist, wird '0' angenommen.

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

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

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

4.6 Eingabe von Zahlen

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

5 Normaler Meßmodus

Im normalen Meßmodus arbeitet das LMG95 als Präzisions-Leistungsmeßgerät. Strom, Spannung und Leistung werden direkt gemessen, andere Größen daraus abgeleitet.

5.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in dieses Menü gewechselt ist, muß man zunächst **Norm(a)** drücken, um in diesen Modus zu kommen. Mit **Set** kann man nun einige Einstellungen machen. Da daß Menü ähnlich wie ein Stromlaufplan gezeichnet ist, kann man die Auswirkungen von Einstellungen direkt erkennen.

Sync Hier wird die Synchronisationsquelle ausgewählt:

- U Das Spannungssignal wird benutzt
- I Das Stromsignal wird benutzt
- X Extended Trigger. Siehe **Xtrig**
- Line Die Versorgungsspannung wird benutzt
- Extn Ein externes Signal an der Sync-Buchse wird benutzt

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

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

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

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

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

Signl Hier wird das Triggersignal festgelegt. Möglich sind: us, is, ps, us², is², u, i, p (siehe auch 15.5 'Blockdiagramm Hauptrechner')

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

1. Wird bei 50Hz Signalen 'p' gewählt, so hat man eine 100Hz Schwingung. Diese würde von einem 87.5Hz Filter beeinflusst!

2. Man sollte immer versuchen, das Anti-aliasing Filter einzuschalten (siehe **Filter/S-Cpl, Filt**) um Aliasing im Triggersignal zu vermeiden.

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

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

back Zurück zum übergeordneten Menü.

Was kann man mit diesem Triggermodus anfangen?

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

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

Ein weiteres Beispiel sind Schwingungspaketsteuerungen. Diese sind technisch gesehen AM Signale mit einem 50Hz Träger und z.B. 1.5Hz Modulator-Signal. Für korrekte Messungen muß auf das 1.5Hz Signal synchronisiert werden. Dazu wählt man 'i*i' als Quelle und das 30Hz Filter. Somit hat man einen Quadratur-Demodulator aufgebaut. Mit Hilfe von Level muß nun noch eine geeignete Triggerschwelle gesucht werden, damit das LMG95 auf dieses AM-Signal synchronisieren kann.

Cycle Hier wird die Zeitbasis (Meßzykluszeit) eingestellt. Gültige Werte liegen zwischen 0.05s und 60s. Alle Werte in Schritten von 10ms sind erlaubt.

Während jedem Meßzyklus werden die Werte von Strom, Spannung und Leistung gespeichert. Nach dem Ende des Zyklus werden daraus die Anzeigewerte berechnet. Die Zykluszeit muß immer größer als die Periodendauer des Signals sein.

Filter/S-Cpl

Hierüber wird ein Menü erreicht, in dem man das Signalfilter (**Filt**) und die Signalkopplung (**S-Cpl**) einstellen kann.

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

off	Alle Filter sind abgeschaltet
AAF	Das analoge Anti-Aliasing-Filter (AAF) ist angeschaltet.
30Hz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 30Hz aktiv.
60Hz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 60Hz aktiv.
87.5Hz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 87.5Hz aktiv.
175Hz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 175Hz aktiv.
1.4kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 1.4kHz aktiv.
2kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 2kHz aktiv.
2.8kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 2.8kHz aktiv.
6kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 6kHz aktiv.
9.2kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 9.2kHz aktiv.
18kHz	Zusätzlich zum AAF ist ein digitalers Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 18kHz aktiv.

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

AC+DC Alle Signalanteile werden gemessen und angezeigt

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

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

back Zurück zum übergeordneten Menü.

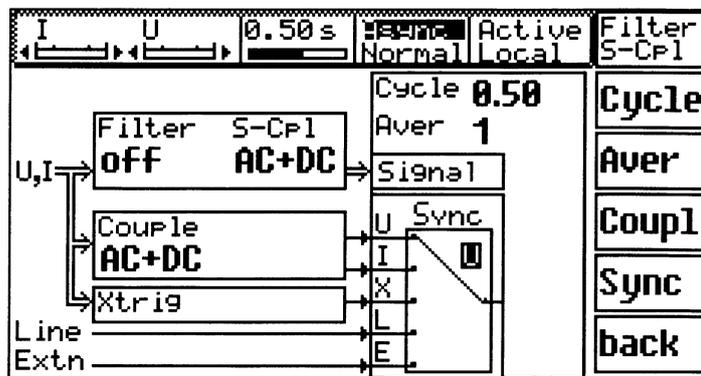


Bild 11: Measuring Menü im normalen Meßmodus

5.2 Meßbereiche (Range)

Nachdem man mit *Range* in dieses Menü gewechselt hat, muß man mit **I<->U** einstellen, ob der Strom- oder Spannungmeßbereich verändert werden soll.

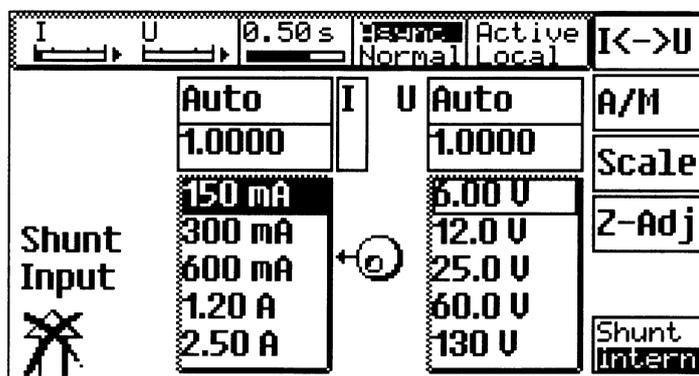


Bild 12: Range Menü

Mit **A/M** wird zwischen automatischer und manueller Meßbereichswahl umgeschaltet. Dies ist nur im normalen Meßmodus möglich. In allen anderen Meßmodi muß der Meßbereich manuell gewählt werden. Mit **Scale** wird ein Skalierungsfaktor für den Meßbereich eingegeben. Diese Einstellung wird benutzt, wenn externe Wandler das Eingangssignal skalieren (z.B. Stromwandler, Spannungswandler oder externe Shunts).

Mit dem Drehknopf wird ein anderer Meßbereich ausgewählt (nicht bei Autorange!).

Mit **Shunt** wird zwischen internem und externem Shunt umgeschaltet. Bei der Einstellung 'Shunt extern' muß der Shuntwert spezifiziert werden. Dazu wird der Kehrwert unter **Scale** eingegeben.

Beispiel: Bei einem Shunt von 2.5mΩ muß der Kehrwert ($1/0.0025=400$) bei **Scale** eingegeben werden. Der 30mV Meßbereich (angezeigt als 30mA Meßbereich) wird nun zum 12A Meßbereich ($=30mV*400$).

Mit **Z-Adj** kann man den Nullpunkt des LMG95 neu abgleichen. Dabei muß man vorher wählen, ob die internen oder die externen Strommeßbereiche justiert werden sollen (mit **Shunt**).

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

Die genaue Vorgehensweise ist dem Kapitel 13.2 Nullpunktgleich zu entnehmen.

Hinweise zum Autorange

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

- Die Spitzenwertmeßbereiche (markiert durch Ap in der Auswahlliste), werden nie durch die Autorange-Funktion angewählt. Sie müssen manuell eingestellt werden.
- Man man eine einzelne Spitze messen möchte (z.B. im Anlaufmoment) darf nicht die Autorangefunktion benutzt werden. Der Grund dafür ist, daß der nächst größere Meßbereich immer erst gewählt wird, wenn der aktuelle Bereich übersteuert ist, d.h. falsch mißt. Somit ist diese Spitze nicht korrekt erfaßbar.
- Bei Messungen, bei denen die Meßgenauigkeit eine sehr große Rolle spielt, sollte die Autorangefunktion nicht benutzt werden, da in der Regel nur der Meßwert abgelesen wird, nicht jedoch der aktuelle Meßbereich. Somit ist keine Aussage über den Meßfehler möglich, da dieser vom Meßbereich abhängt.
- Die Autorangefunktion darf nicht benutzt werden, wenn eine lückenlose Messung gefordert ist (z.B. Energiemessung, Harmonische, Flicker). Der Grund dafür ist, daß bei jeder Meßbereichsumschaltung der Meßkanal einschwingen muß. Die Einschwingzeit wird vom Meßgerät nicht mitgemessen, da die zugehörigen Meßwerte sinnlos sind.

5.3 Meßwertdefinitionen

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

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

Grundlegende Definitionen:

$u(t)$ Der Augenblickswert der Spannung

$i(t)$ Der Augenblickswert des Stromes

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

5.3.1 Werte aus Einzelmessungen

Strom und Spannung

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

Negativer DC Anteil:

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

Positiver DC Anteil:

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

DC Anteil:

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

AC Anteil:

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

Spitze-Spitze Wert:

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

Gleichrichtwert:

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

Krestfaktor:

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

Formfaktor:

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

Anlaufstrom:

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

Leistung

Wirkleistung:

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

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

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

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

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

$$\lambda < 0.999 \text{ und } 1.05 < U_{ff} < 1.2 \text{ und } 1.05 < I_{ff} < 1.2 \text{ und } f < 2\text{kHz}$$

Andernfalls wird nichts angezeigt.

Bitte beachten

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

Widerstand

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

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

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

5.3.2 Werte aus zeitabhängigen Messungen

Grundlegende Definitionen:

n Ein Wert aus dem Meßzyklus n .

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

Energie

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

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

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

Gemittelte Werte

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

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

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

Verschiedene

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

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

5.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs

5.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

I	U	0.50s	Line	Active	4 Val	I	U	0.50s	Line	Active	4 Val
			Normal	Local					Normal	Local	
Itrms	0.572 mA				8 Val	Itrms	0.591 mA				8 Val
Utrms	0.03534 V					Utrms	0.03554 V				
P	0.00000 W					P	0.00000 W				
PF	0.045					S	0.00002 VA				
						Q	0.00002 var				
						PF	0.045				
						f	49.9965 Hz				

Bild 13: Default Anzeige mit 4 und 8 Werten

5.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

5.4.3 Current

In *Current* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen. Mit **Inrsh** kann man den zuletzt gemessenen Anlaufstrom auf 0 zurücksetzen. Dieser Softkey ist nur aktiv, wenn der Strom- und Spannungsmeßbereich manuell gewählt ist! Außerdem sollte die Mittlung (Average) auf 1 stehen. Wenn der Anlaufstrom den Meßbereich übersteuert hat, so wird er als Striche angezeigt.

5.4.4 Power

In *Power* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

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

5.4.5 Energy

Mit *Int.Val* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

5.4.5.1 Integral Menu

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

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

continuous Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis *Stop* gedrückt wird. Die Energiewerte werden beim Druck auf *Start* automatisch zurückgesetzt.

interval Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis das Zeitintervall **t1** um ist. Die Energiewerte werden beim Druck auf *Start* automatisch zurückgesetzt.

periodic Ähnlich wie 'interval', aber mit 2 Unterschieden:
- Am Ende eines Intervalls wird sofort ein neues gestartet.
- Das Display wird nur am Intervallende aktualisiert, und nicht mehr nach jedem Meßzyklus.

- summing Nachdem die Integration gestartet wurde, läuft sie, bis *Stop* gedrückt wird. Die Energiewerte werden beim Start NICHT automatisch zurückgesetzt.
- t1** t1 ist die Soll-Zeitdauer des Zeitintervalls beim 'interval' und 'periodic' Modus.
- t0** t0 ist die Startzeit der Integration. In einem zusätzlichen Menü kann man Datum und Uhrzeit festlegen. Wenn man dieses Menü mit *Enter* verläßt, muß man *Start* drücken, damit sich der Status der Integration auf 'wait' ändert. Wenn die eingestellte Zeit erreicht ist, startet die Messung automatisch.
- Δt** Die laufende Integrationszeit. Diese Zeit kann kleiner als die Echtzeit sein, da z.B. bei Meßbereichumschaltungen wegen der Einschwingzeit nicht alle Abtastwerte aufintegriert werden können.

Start der Integration

Es gibt drei Möglichkeiten, eine Integration zu starten. Man kann entweder mit **t0** eine Startzeit vorgeben, die Taste *Start* drücken oder über die externe Synchronisationsbuchse starten (siehe 15.1.1 Externe Synchronisation (Sync.)). Der erste Meßzyklus, der aufintegriert wird, ist der auf den Start folgende Zyklus.

Die Gesamtintegrationszeit muß ein ganzzahliges Vielfaches der Meßzykluszeit sein.

Stop der Integration

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

Status der Integration

Es sind insgesamt 6 Zustände möglich:

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

Während der Messung wird der Status invers angezeigt.

5.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* bekommt man die grafischen Anzeigen des normalen Meßmodus. Der oberste Softkey wählt die entsprechende Funktion aus:

Plot Wechselt zur Darstellung der Plotfunktion.

Scope Wechselt zur Darstellung der Scopefunktion.

5.4.6.1 Scope Funktion

Hier wird der Kurvenverlauf der Eingangssignale angezeigt (Abtastwerte). Über dem Graphen wird die Y-Skalierung (y/div) und der Y-Skalierungs-Faktor angezeigt. Unter dem Graphen sieht man die Startposition der Kurve in s, den X-Skalierungsfaktor und die X-Skalierung. Man kann folgende Einstellungen vornehmen:

Signal Hier wird das darzustellende Signal ausgewählt:

- i: Der direkt gemessene Strom, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.
- u: Die direkt gemessene Spannung, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.
- p: Die direkt gemessene Leistung, hinter allen Filtern, wenn Filter eingeschaltet sind.

Welche Werte genau ausgewählt werden können, hängt von den Einstellungen unter **more** ab.

xzoom Hiermit wird die Dehnung der Kurve in X-Richtung eingestellt.

yzoom Hiermit wird die Dehnung der Kurve in Y-Richtung eingestellt.

move Durch mehrfaches Drücken dieses Softkeys erreicht man folgende Einstellungen:

- x-pos Das Signal wird mit dem Drehknopf auf der Zeitachse verschoben.
- c1 Der 1. Cursor wird bewegt. In der 2. Zeile unter dem Graphen sieht man die X-Position und den Kurvenwert an dieser Stelle. Die eingestellte Cursorposition ist konstant, d.h. wenn das Fenster bewegt wird, bleibt der Cursor an der gleichen Position der Kurve stehen. Steht der Cursor aber außerhalb des Fensters und wird bewegt, so wird er an den Rand des sichtbaren Bildschirms gesetzt.
- c2 Siehe c1, aber 2. Cursor
- c1&c2 Beide Cursor werden zusammen bewegt. In der untersten Zeile sieht man die X und Y Differenz zwischen den Cursorsn.

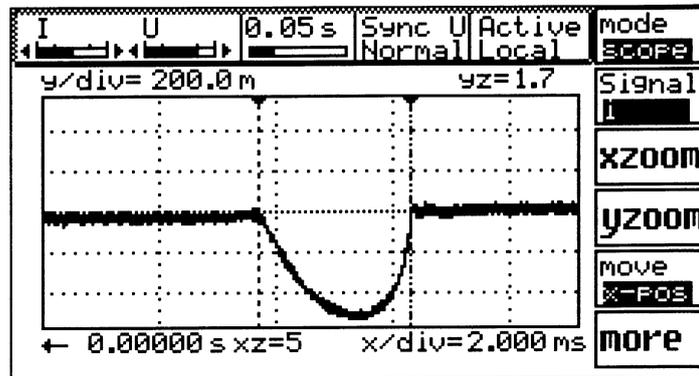


Bild 14: Scope Menü

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

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

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

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

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

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

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

5.4.6.2 Plot Funktion

Hier wird der Kurvenverlauf der Eingangssignale angezeigt (Meßzykluswerte). Über dem Graphen werden die beiden Kennungen, die Y-Skalierungen (y/div) und die Y Offsets (y0) angezeigt. Unter dem Graphen sieht man die X-Skalierung (x/div). 't0=' ist der Zeitpunkt des rechten Bildpunktes, relativ zum letzten Meßzyklus. Man kann folgende Einstellungen vornehmen:

Chn Hier wird ausgewählt, ob der Kanal A oder B mit **Set** verändert und mit den Cursorsn ausgelesen werden kann.

Set Folgende Einstellungen können vorgenommen werden:

fit Diese Funktion nimmt den größten und kleinsten aufgezeichneten Plotwert und berechnet daraus neue Werte für 'y0' und 'y/div', so daß das Signal mit optimaler Größe im Plot dargestellt wird. Es ist zu beachten, daß auch die nicht sichtbaren Werte berücksichtigt werden, die man durch Verschieben des Fensters sehen kann.

Chn Hier wird ausgewählt, ob der Kanal A oder B verändert werden kann.

signl Hiermit wird das zu plottende Signal ausgewählt. Siehe Kapitel 4.5, 'Eingabe von Kennungen'

y/div Hiermit wird die Dehnung in Y-Richtung eingestellt.

y0 Hiermit wird der Y-Offset eingestellt.
Beispiel: Bei $y0=200V$ und $y/div=10V$ wird ein Fenster von 180V bis 220V dargestellt.

auto Dieser Button ist für spätere Anwendungen reserviert.

back Kehrt zum letzten Menü zurück.

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

move Durch mehrfaches Drücken dieses Softkeys erreicht man folgende Einstellungen:

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

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

c2 Siehe c1, aber 2. Cursor

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

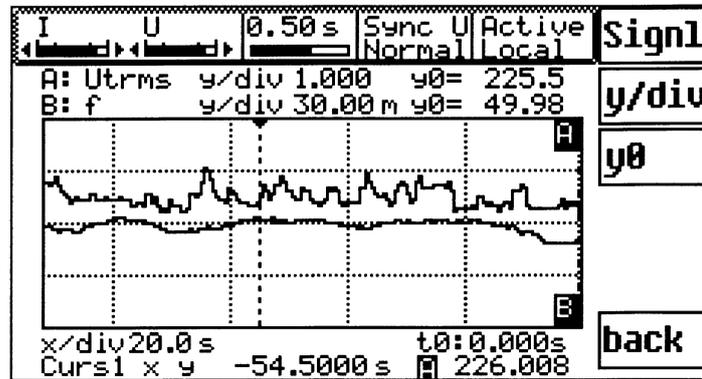


Bild 15: Plot Menü

B=f(A) Hiermit wird die XY-Plotfunktion aktiviert. Wenn dieser Button auf 'on' steht, wird die Funktion A auf der X-Achse und die Funktion B auf der Y-Achse dargestellt. Es werden alle Wertepaare dargestellt, die bei der normalen Plotfunktion zwischen den Cursorsn lagen. Somit ist es möglich z.B. Strom über Spannung, Leistung über Drehzahl oder Strom über Temperatur darzustellen. Diese Funktion wird üblicherweise nur bei eingefrorenem Bildschirm benutzt. Sie kann aber auch bei normalen Messungen benutzt werden.

Wenn man das Plotmenü ausdrucken oder auf Speicherkarte loggen will und dabei das ASCII Format benutzt, werden die Werte zwischen den Cursorsn als Tabelle ausgegeben.

5.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort sieht man die 8 Variablen 'var0' bis 'var7'. Diese können mit dem Formeleditor mittels **Forml** oder **Reset** gesetzt werden (siehe 4.4.3, 'Formel Editor').

5.5 Ausgabe (Loggen) von Werten

Zunächst müssen die grundlegenden Einstellungen in *Options* (siehe '4.4.2 IF/IO') vorgenommen werden. Jetzt kann man zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print* (siehe '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker') wird die Datenausgabe eingeleitet. Alle angezeigten Meßwerte werden ausgedruckt.

6 CE-Harmonische-Meßmodus

Im CE Meßmodus arbeitet das LMG95 als hochpräziser Harmonischer Analysator nach IEC61000-4-7. Die Einstellmöglichkeiten wurden auf ein Minimum reduziert um Fehleinstellungen zu vermeiden.

Bitte beachten!

In diesem Modus wird über eine bestimmte Anzahl von Perioden gemessen. Um gültige Anzeigen zu erhalten, muß die Synchronisationsquelle Signale liefern. Als Synchronisationsquelle ist der U-Kanal fest eingestellt. **Der zulässige Frequenzbereich liegt zwischen 45 und 65Hz!**

6.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in das Menü gewechselt ist, muß man zunächst **CEhrm** drücken, um in diesen Modus zu kommen. Die Synchronisation ist fest auf Spannung eingestellt. Mit dem Drehknopf kann man zwischen zwei Karteikarten auswählen ('CE-Harmonics' und 'class spec'). Mit **Set** kann man nun einige Einstellungen machen:

6.1.1 CE-Harmonics Karteikarte

Hier werden grundlegende Einstellungen durchgeführt.

Eval Wählt die Klasse für die Bewertung der Meßergebnisse aus:

Class A Bewertung nach Class A nach EN61000-3-2 bzw. EN61000-3-2/A14.

Class B Bewertung nach Class B nach EN61000-3-2 bzw. EN61000-3-2/A14.

Class C Bewertung nach Class C nach EN61000-3-2 bzw. EN61000-3-2/A14.

Class D Bewertung nach Class D nach EN61000-3-2 bzw. EN61000-3-2/A14.

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

/-4-7 Die Kombination EN61000-3-2 und EN61000-4-7 ist aktiv.

/-4-7 pr Die Kombination EN61000-3-2 und prEN61000-4-7 ist aktiv. (Diese Norm ist derzeit in der Entstehungsphase! Der Hauptunterschied zur EN61000-4-7:1993 ist die reduzierte Meßzeit von 200ms und die Addition der Zwischenharmonischen zu den Harmonischen Signalanteilen. Diese Einstellung sollte man daher mit Vorsicht verwenden!)

A14/-4-7 Die Kombination EN61000-3-2/A14 und EN61000-4-7 ist aktiv.

A14/-4-7 pr Die Kombination EN61000-3-2/A14 und prEN61000-4-7 ist aktiv. (Diese Norm ist derzeit in der Entstehungsphase! Der Hauptunterschied zur EN61000-4-7:1993 ist die reduzierte Meßzeit von 200ms und die Addition der Zwischenharmonischen zu den Harmonischen Signalanteilen. Diese Einstellung sollte man daher mit Vorsicht verwenden!)

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

230V/50Hz

230V/60Hz

120V/50Hz

120V/60Hz

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

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

Smooth Hiermit kann man die Mittelung der fluktuierenden Harmonischen mit dem 1.5s Tiefpaßfilter ein- oder ausschalten. Bei der EN61000-3-2/A14 ist dieser Punkt immer aktiv!

Back Zurück zum übergeordneten Menü.

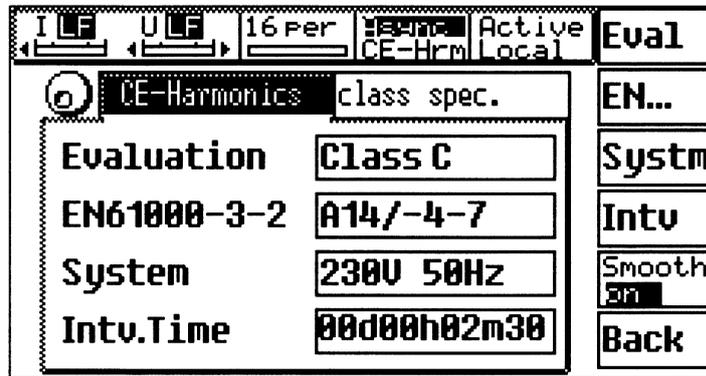


Bild 16: Measuring Menü im CE-Harm Modus

6.1.2 class spec. record

Diese Karteikarte ist nur verfügbar, wenn man die EN61000-3-2/A14 und Class C oder D gewählt hat!!

Man kann dann die von den EN61000-3-2/A14 geforderten Werte für Leistungsfaktor und Grundschwingungsstrom (für Klasse C) sowie Wirkleistung (für Klasse D) eingeben.

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

Klasse C

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

Klasse D

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

6.2 Meßbereiche (Range)

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

6.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

n Die Ordnungszahl der Harmonischen.

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

Strom und Spannung

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

DC Anteil:
$$U_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t) dt \qquad I_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T i(t) dt$$

AC Anteil:
$$U_{ac} = \sqrt{U_{trms}^2 - U_{dc}^2} \qquad I_{ac} = \sqrt{I_{trms}^2 - I_{dc}^2}$$

Krestfaktor:
$$U_{cf} = \frac{U_{pk}}{U_{trms}} \qquad I_{cf} = \frac{I_{pk}}{I_{trms}}$$

Klirrfaktor:
$$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \qquad I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

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

Leistung

Wirkleistung:
$$P = \left(\frac{1}{T} \int_{t=0}^T u(t)i(t) dt \right) - U(0) * I(0) \text{ wenn prEN61000-4-7}$$

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

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

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

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

Widerstand

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

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

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

6.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs

6.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

6.4.2 Voltage

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

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

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

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

n	U(n)	Limit(n)	Result
0	0.049 U	-----	
1	222.183 U	-----	✗
2	0.060 U	0.445 U	
3	2.162 U!	2.001 U	
4	0.063 U	0.445 U	

Bild 17: Anzeige der Spannung im CE-Harm Modus

6.4.3 Current

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

an, daß die Harmonische die Grenzwerte verletzt, wenn sie für mehr als 10% eines beliebigen 2.5min Fensters das '?' anzeigt.

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

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

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

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

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

6.4.4 Power

In *Power* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

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

6.4.5 Langzeitauswertung (Energy)

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

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

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

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

I		U		16 Per	Sync	Freeze	△
←		→		CE-Hrm	Local		
Ltime 2m20				Class D		▽	
				State Running			
n	Iaver(n)	UMax(n)	i	u			
22	0.101 mA	0.027 U			Test U		
23	8.384 mA	0.405 U	!	!	✗		
24	0.052 mA	0.013 U			Test I		
25	6.353 mA	0.110 U	!		✗		
26	0.137 mA	0.022 U					

Bild 18: Langzeitauswertung der Harmonischen

Unterhalb der Softkeys wird noch das endgültige Testergebnis dargestellt. 'Test I ✗' erscheint, wenn irgendeine Stromharmonische irgendwann irgendeine Normbedingung verletzt hat. 'Test U ✗' erscheint, wenn irgendeine Spannungsharmonische oder die Spannungsamplitude oder die Frequenz irgendwann irgendeine Normbedingung verletzt haben. Ausdruck und Loggen dieses Menüs sind nur möglich, wenn als Loggmodus 'single' gewählt ist und im ASCII Format ausgegeben wird.

6.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* erreicht man die graphischen Anzeigen des CE Modus. Mit dem obersten Softkey können verschiedene Anzeigen gewählt werden:

6.4.6.1 Class D

Die graphische Anzeige der 'Speziellen Kurvenform' der Klasse D Bewertung. Im Graphen sieht man die Kurvenformen, rechts davon wird angezeigt, ob alle drei Bedingungen erfüllt sind:

- Die Stromkurve muß zu 95% innerhalb der positiven Einhüllenden liegen
- Die Stromkurve muß zu 95% innerhalb der negativen Einhüllenden liegen
- Die Wirkleistung muß kleiner gleich 600W sein.

Die letzte Zeile zeigt das Gesamtergebnis.

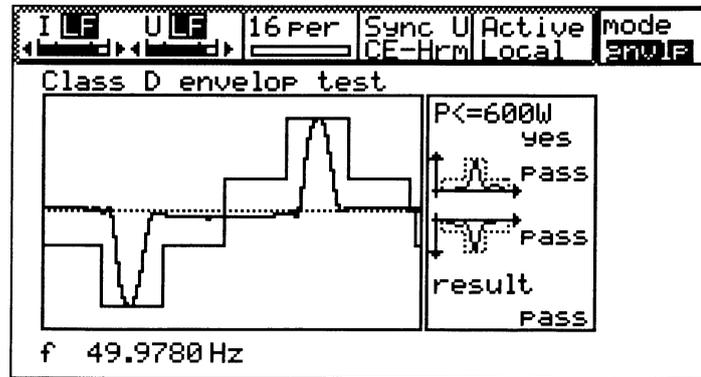


Bild 19: Strom gegen die Einhüllende des Klasse D testen

6.4.6.2 Spektrum

Hier werden die Ströme, Spannungen und Grenzwerte der Harmonischen angezeigt. Auf der linken Seite sieht man ein oder zwei Werte als Balkendiagramm. Darüber ist die Skalierung der Y-Achse dargestellt. Die Anzeige 'Wert/div' erscheint bei linearer Skalierung. Sie bedeutet, daß 'Wert' Volt oder Ampere pro Teilstrich angezeigt werden. Eine andere mögliche Anzeige ist 'Wert 1:10' bei logarithmischer Skalierung. Sie bedeutet, daß der oberste Teilstrich 'Wert' Volt oder Ampere repräsentiert, und jeder darunterliegende Teilstrich jeweils ein Zehntel weniger.

In dem Kasten ist die Ordnungszahl der Harmonischen an der Cursorposition dargestellt. Daneben sieht man den Skalierungsfaktor. Auf der rechten Seite findet man die Werte an der Cursorposition. 'Ln=' ist der Grenzwert dieser Harmonischen, 'yn=' der Meßwert.

Mit **Signal** kann man zwischen 4 Anzeigen wählen:

- U- Die Spannung wird als ein dicker Strich dargestellt.
- U-Lim Es wird immer ein dünner Balken mit dem Grenzwert, gefolgt von einem dünnen Balken mit dem Meßwert und wiederum einem dünnen Balken mit dem Grenzwert dargestellt. Der Spannungs-Meßwert ist also von den Grenzwerten „eingeschlossen“.
- I- Der Strom wird als ein dicker Strich dargestellt.
- I-Lim Es wird immer ein dünner Balken mit dem Grenzwert, gefolgt von einem dünnen Balken mit dem Meßwert und wiederum einem dünnen Balken mit dem Grenzwert dargestellt. Der Strom-Meßwert ist also von den Grenzwerten „eingeschlossen“.

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

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

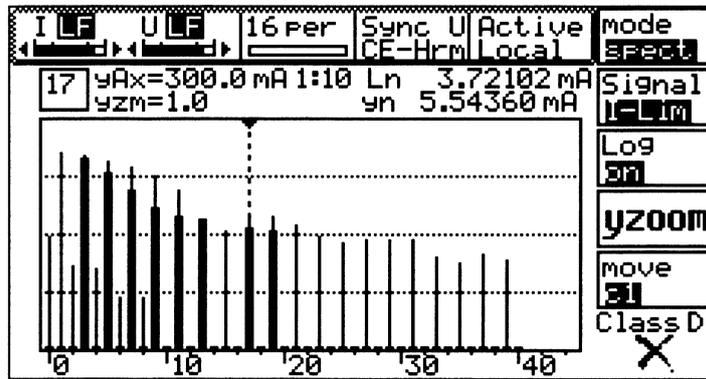


Bild 20: Graphische Darstellung von Harmonischen

Mit **yzoom** kann man Teile des Signals vergrößern. **Move** ist für spätere Zwecke reserviert.

6.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort sieht man die 8 variablen 'var0' bis 'var7'. Diese können mit dem Formeleditor gesetzt werden (siehe 4.4.3, 'Formel Editor').

6.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Zunächst müssen die grundlegenden Einstellungen in *Options* (siehe '4.4.2 IF/IO') vorgenommen werden. Jetzt kann man zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print* (siehe '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker') wird die Datenausgabe eingeleitet. Bei den Harmonischen werden nicht nur die angezeigten Meßwerte ausgedruckt, sondern die vollständigen Listen.

6.6 Tests nach IEC61000-3-2

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

Nun wird im *Measuring* Menü die Synchronisationsquelle mit **Sync** auf 'U' gestellt, die Version mit **Vers** auf '1993' und mit **Norm** ist die gewünschte Meßwertklasse einzustellen.

Jetzt wird die Spannung der Quelle eingeschaltet. Wenn das LMG95 synchronisiert ist, kann man den Prüfling (EUT) einschalten. Die spezielle Kurvenform nach Klasse D kann mittels *Graph* überprüft werden.

Eine Langzeitauswertung kann nun mit *Start* gestartet werden.

7 CE-Flicker Meßmodus (Option)

Im CE-Flicker Meßmodus arbeitet das LMG95 als hochpräzises Flickermeter nach IEC61000-4-15. Die Einstellmöglichkeiten wurden auf ein Minimum reduziert um Fehleinstellungen zu vermeiden.

Bitte beachten!

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

7.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in das Menü gewechselt ist, muß man zunächst **CEflk** drücken, um in diesen Modus zu kommen. Die Synchronisation ist fest auf Spannung eingestellt. Mit **Set** kann man nun einige Einstellungen machen:

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

230V/50Hz

230V/60Hz

120V/50Hz

120V/60Hz

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

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

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

back Zurück zum übergeordneten Menü.

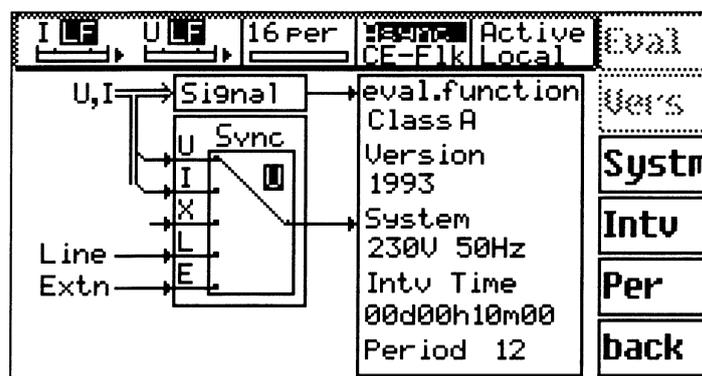


Bild 21: Measuring Menü im CE-Flicker Modus

7.2 Meßbereiche (Range)

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

7.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

n Die Ordnungszahl der Harmonischen.

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

Strom und Spannung

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

Klirrfaktor:
$$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \qquad I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

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

Die Werte 'P_{mom}', 'P_{st}' und 'P_{lt}' werden mit einem Flickermeter nach IEC868/IEC61000-4-15 berechnet. 'dc' und 'dmax' werden nach IEC61000-3-3 bestimmt.

Leistung

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

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

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

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

Widerstand

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

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

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

7.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs

7.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

7.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

7.4.3 Current

In *Current* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

7.4.4 Power

In *Power* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

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

7.4.5 Flicker (Energy)

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

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

I LF	U LF	16 Per	CE-Flk	Active Local	EUT
Pst	0.0000				
Plt	0.0000				
Pmom	0.00115				
dc	0.000%				Result
dmax	0.000%				✓
Ltime	00d01h59m54				
Stime	00d00h09m54				
State	Stop				

Bild 22: Auswertung der Flickermessung

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

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

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

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

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

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

7.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* bekommt man die grafischen Anzeigen des Flicker-Meßmodus. Der oberste Softkey wählt die entsprechende Funktion aus:

Plot Wechselt zur Darstellung der Plotfunktion.

7.4.6.1 Plot Funktion

Die Bedienung des Plot Menüs ist analog zu der des normalen Meßmodus (siehe 5.4.6.2, 'Plot Funktion'). Es gibt jedoch ein paar Punkte zu beachten:

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

7.4.7 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort sieht man die 8 variablen 'var0' bis 'var7'. Diese können mit dem Formeleditor gesetzt werden (siehe 4.4.3, 'Formel Editor').

7.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Zunächst müssen die grundlegenden Einstellungen in *Options* (siehe '4.4.2 IF/IO') vorgenommen werden. Jetzt kann man zu dem Menü wechseln, daß ausgedruckt werden soll. Mit *Print* (siehe '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker') wird die Datenausgabe eingeleitet.

7.6 Tests nach IEC61000-3-3

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

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

Die Messung kann jederzeit mit *Stop* beendet werden.

8 100-Harmonische-Meßmodus (Option)

Im 100-Harmonischen Meßmodus arbeitet das LMG95 als hochpräziser Harmonischer Analysator. Im Unterschied zum **CEhrm** Modus werden von Strom, Spannung und Leistung jeweils 100 Harmonische nach Betrag und Phase bestimmt. Dies geschieht in einem viel größeren Frequenzbereich und ohne Überwachung von Grenzwerten.

8.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man mit *Measure* in das Menü gewechselt ist, muß man zunächst **HM100** drücken, um in diesen Modus zu kommen. Mit **Set** kann man nun einige Einstellungen machen:

Sync Hier wird die Synchronisationsquelle ausgewählt:

- U Das Spannungssignal wird benutzt
- I Das Stromsignal wird benutzt
- X Extended Trigger. Siehe **Xtrig**
- Line Die Versorgungsspannung wird benutzt
- Extn Ein externes Signal an der Sync-Buchse wird benutzt

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

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

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

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

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

Signl Hier wird das Triggersignal festgelegt. Möglich sind: us, is, ps, us², is², u, i, p (siehe auch 15.5 'Blockdiagramm Hauptrechner')

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

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

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

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

back Zurück zum übergeordneten Menü.

FDIV Hier wird ein Frequenzteiler für die Grundschiwingung festgelegt. Mit einem Wert von 1 ist die Meßfrequenz gleich der Signalfrequenz. Bei einem Wert von 2 hat die Grundschiwingung nur noch die halbe Signalfrequenz.

Beispiel: Bei FDIV=4 und einem 50Hz Signal wird die Harmonische Analyse in $50\text{Hz}/4=12.5\text{Hz}$ Schritten durchgeführt. Es stehen somit 3 Zwischenharmonische (bezogen auf die Signalfrequenz) zur Verfügung.

Der THD wird nur bei FDIV = 1 angezeigt.

back Zurück zum übergeordneten Menü.

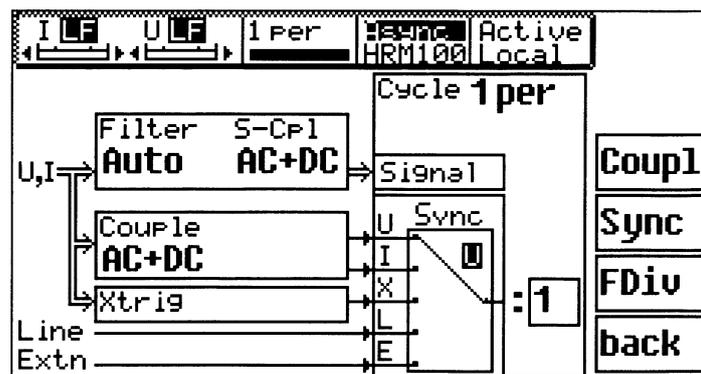


Bild 23: Measuring Menü im Harm100 Modus

8.2 Meßbereiche (Range)

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

8.3 Meßwertdefinitionen

Grundlegende Definitionen:

n Die Ordnungszahl der Harmonischen.

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

Grundschwingung / Hz	Gemessene Perioden	Abtastfrequenzteiler	Automatisch gewähltes Filter
640-1280	32	1	AAF
320-640	16	1	AAF
160-320	8	1	AAF
80-160	4	1	AAF
40-80	2	1	AAF
20-40	1	1	AAF
10-20	1	2	18kHz
5-10	1	4	1.4kHz
2.5-5	1	8	1.4kHz
1.25-2.5	1	16	1.4kHz
0.625-1.25	1	32	175Hz
0.3125-0.625	1	64	175Hz
0.15625-0.3125	1	128	175Hz
0.078125-0.15625	1	256	87.5Hz

Der Abtastfrequenzteiler gibt an, wie weit die Abtastfrequenz von ca. 100kHz heruntergeteilt wird.

Strom und Spannung

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

Klirrfaktor:
$$U_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \quad I_{thd} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

Der THD wird nur bei FDIV = 1 angezeigt.

Die Harmonischen werden so berechnet, daß folgende Gleichung gilt:

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

Die Harmonischen Werte 'I(n)' 'U(n)' und Phase(n) werden mit einem DFT Algorithmus berechnet. Daraus lassen sich dann die Werte 'P(n)', 'S(n)' und 'Q(n)' berechnet. Dieses

'Q(n)' ist reine Verschiebungsblindleistung. Daher ist es in diesem Meßmodus möglich, auch die Verzerrungsblindleistung D zu berechnen:

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

Leistung

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

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

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

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

Widerstand

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

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

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

8.4 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in verschiedenen Menüs

8.4.1 Default

In *Default* sieht man die wichtigsten Größen mit einem Blick. Mit **4 Val** und **8 Val** kann man sich 4 oder 8 Werte auf einmal anzeigen lassen.

8.4.2 Voltage

In *Voltage* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Spannung. In der 2. Spalte sind die Phasenwinkel der jeweiligen Komponenten aufgeführt. Der Winkel der Grundschiwingung ist immer 0°.

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

In den ersten Zeilen sieht man den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz.

8.4.3 Current

In *Current* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Ströme. In der 2. Spalte sind die Phasenwinkel der jeweiligen Komponenten aufgeführt.

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

In den ersten Zeilen sieht man den Gesamteffektivwert und die Synchronisationsfrequenz.

8.4.4 Power

In *Power* sieht man die Harmonische Analyse der gemessenen Leistungen. Mit **List** kann man die verschiedenen Leistungskombinationen anzeigen lassen.

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

In den ersten Zeilen sieht man die Gesamtwerte der verschiedenen Leistungen.

8.4.5 Benutzerdefiniertes Menü

Mit *Custom* bekommt man das benutzerdefinierte Menü. Dort sieht man die 8 Variablen 'var0' bis 'var7'. Diese können mit dem Formeleditor gesetzt werden (siehe 4.4.3, 'Formel Editor').

8.4.6 Graphische Anzeige

Mit *Graph* erreicht man die graphischen Anzeigen des Harm100 Modus.

8.4.6.1 Spektrum

Hier werden die Ströme und Spannungen angezeigt. Auf der linken Seite sieht man einen Wert als Balkendiagramm. Darüber ist die Skalierung der Y-Achse dargestellt. Die Anzeige 'Wert/div' erscheint bei linearer Skalierung. Sie bedeutet, daß 'Wert' Volt oder Ampere pro Teilstrich angezeigt werden. Eine andere mögliche Anzeige ist 'Wert 1:10' bei logarithmischer Skalierung. Sie bedeutet, daß der oberste Teilstrich 'Wert' Volt oder Ampere repräsentiert, und jeder darunterliegende Teilstrich jeweils ein Zehntel weniger.

In dem Kasten ist die Ordnungszahl der Harmonischen an der Cursorposition dargestellt. Daneben sieht man den Skalierungsfaktor. Auf der rechten Seite findet man die Werte an der Cursorposition. 'fn=' ist die Frequenz dieser Harmonischen, 'yn=' der Meßwert.

Mit **Signal** kann man zwischen 2 Anzeigen wählen:

- U- Die Spannung wird als ein dicker Strich dargestellt.
- I- Der Strom wird als ein dicker Strich dargestellt.

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

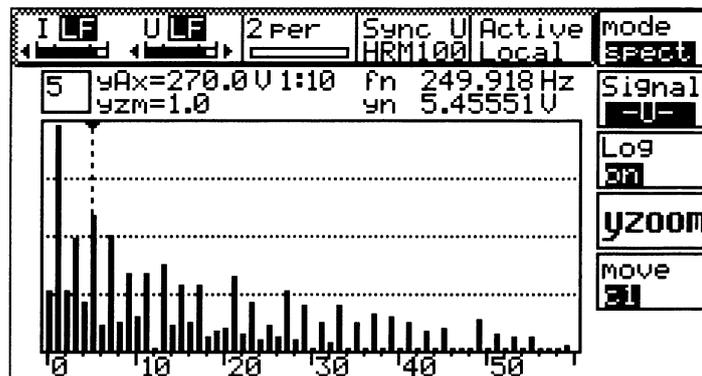


Bild 24: Graphische Darstellung von Harmonischen

Mit **yzoom** kann man Teile des Signals vergrößern. **Move** wird benutzt, um einzustellen, ob der Cursor, oder ob die Frequenzachse bewegt wird.

8.5 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Zunächst müssen die grundlegenden Einstellungen in *Options* (siehe '4.4.2 IF/IO') vorgenommen werden. Jetzt kann man zu dem Menü wechseln, das ausgedruckt werden soll. Mit *Print* (siehe '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker') wird die Datenausgabe eingeleitet. Bei den Harmonischen werden nicht nur die angezeigten Meßwerte ausgedruckt, sondern die vollständigen Listen.

9 Transientenmodus (Option)

Im Transientenmodus arbeitet das LMH95 als Transientenrecorder. Man kann spezielle Ereignisse programmieren. Wenn sie eintreten wird die Messung gestoppt und man kann das Signal analysieren.

9.1 Meßeinstellungen (Measuring)

Nachdem man durch Druck auf *Measure* in dieses Menü gekommen ist, muß man zunächst mit **Trans** diesen Meßmodus auswählen. Mit **Set** kann man nun einige Einstellungen machen:

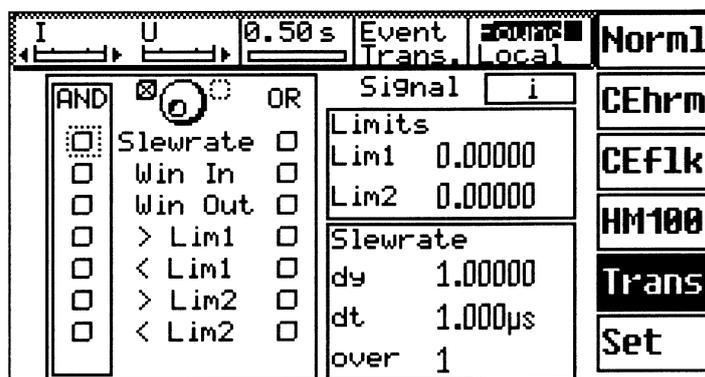


Bild 25: Measuring menu in transient mode

Signl Hier wird das zu überwachende Signal ausgewählt. Möglich sind: is, is², us, us², ps, i, u, p

Trms Hier erreicht man ein Untermenü, in dem folgende Einstellungen möglich sind:

Sync Hier wird das Signal für die Synchronisation ausgewählt:

U Spannung

I Strom

Line Netzfrequenz

Extn Das Signal der externen Synchronisationsbuchse wird benutzt.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

dt Dies ist das Zeitintervall.

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

Beispiel: Man hat ein Signal mit einer typischen Änderung von 3.5V in 450µs. In diesem Fall sollte man 3.5 unter **dSig** und 450µ unter **dt** eingeben. Somit ist eine Steilheit von 7.777V/ms oder 7.777mV/µs festgelegt. Mit einem Beobachtungsfenster von etwa 10µs sind das nur etwa 2 Bit des AD-Wandlers im 600V Bereich. Ist die Änderung des Signals also größer als 2 Bit, wird ein Event ausgelöst. Da auf einem Signal immer ein gewisses Rauschen vorhanden ist, könnten falsche Events ausgelöst werden. Um dies zu verhindern gibt es den Parameter **overx**. Mit ihm kann man festlegen, daß die Anstiegsgeschwindigkeit z.B. über 15 Abtastwerte gemessen werden soll. In diesem Fall muß sich das Signal schon um etwa 24 Bit verändern, um einen Event auszulösen. Fehler durch Rauschen sind somit sehr unwahrscheinlich.

more> Hier erreicht man ein Untermenü mit folgenden Punkten:

TDur Dies ist die minimale Zeit für einen Event. Wenn man z.B. diesen Wert auf 5ms setzt und nach Grenzwertüberschreitungen sucht, werden diese erst erkannt, wenn sie mindestens 5ms andauern.

TRec Hier wird die Mindest-Aufzeichnungs-Zeit eingestellt. Die genaue Zeit hängt von der Speichergröße ab.
Bitte beachten: Wenn der Speicher zu klein ist und/oder es sollen zu viele

Signale aufgezeichnet werden, dann kann sich die Aufzeichnungsrate reduzieren. Dies hat keinen Einfluß auf die Abtastrate oder die Transientenerkennung.

PreTr Dies ist die Pretriggerzeit in Prozent der gewünschten Aufzeichnungszeit. Bei z.B. 200ms Aufzeichnung und 50% Pretrigger werden mindestens 100ms vor dem Ereignis aufgezeichnet und exakt 100ms nach dem Ereignis.

back Zurück zum übergeordneten Menü

back Zurück zum Hauptmenü

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

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

Wenn man in den Transientenmodus kommt, befindet man sich immer zunächst im 'found' Zustand. Um eine Transientensuche zu starten, muß man *Start* drücken. Zum vorzeitigen Beenden der Suche einfach *Stop* drücken. In diesem Fall wird ein Event simuliert und man kann z.B. überprüfen, ob die Zeiteinstellungen richtig sind.

Während der Transientensuche sieht man die Record-Time in der Statuszeile. Der darunterliegende Balken blinkt und im rechten Teil der Statuszeile erscheint 'Search'. Wenn ein Ereignis gefunden wurde, ist der Balken leer und das Wort 'Found' blinkt.

9.2 Meßbereiche (Range)

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

9.3 Anzeige von Meßwerten

Die Anzeige der Meßwerte erfolgt in nur einem Menü

9.3.1 Graphische Anzeige

Dieses Menü ist identisch zu 5.4.6 'Graphische Anzeige', es gibt jedoch keine Plotfunktion.

9.4 Ausgabe (Loggen) von Meßwerten

Zunächst müssen die grundlegenden Einstellungen in *Options* (siehe '4.4.2 IF/IO') vorgenommen werden. Jetzt kann man zu dem Menü wechseln, das ausgedruckt werden soll. Mit *Print* (siehe '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker') wird die Datenausgabe eingeleitet.

10 Schnittstellen (Option)

Die Datenschnittstelle wird für zwei Aufgabenbereiche benutzt:

Datenaufzeichnung: Dies bedeutet, daß ausgewählte Meßwerte auf einer physikalischen Schnittstelle (serielle Schnittstelle, parallele Schnittstelle, Speicherkarte, ...) einmalig oder in Intervallen gespeichert werden. Den Transfer steuert die Tastatur des LMG95. Einstellungen und Handhabung sind in '4.4.2 IF/IO' und '12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker' beschrieben.

Fernsteuerung: Dies bedeutet, daß das LMG95 mit einem Computer über eine physikalische Schnittstelle verbunden ist (serielle Schnittstelle, parallele Schnittstelle, GPIB ...). Der Computer kann alle Einstellungen am Gerät vornehmen und Meßwerte auslesen.

10.1 Computer Schnittstellen

Das LMG95 ist SCPI kompatibel. Die SCPI Kommandos sollen sicherstellen, daß verschiedene Geräte mit den gleichen Kommandos arbeiten. Diese Kommandos können sehr lang werden, deshalb wurde ein Satz von SHORT-Kommandos eingebaut, die schneller bearbeitet werden können.

10.1.1 SCPI

Die SCPI Kommandos wurden entwickelt, um die Fernsteuerung verschiedener Geräte verschiedener Hersteller zu vereinheitlichen. Das SCPI Konsortium hat einige Grundgeräte definiert wie z.B. Digitalmeßgeräte, Stromversorgungen, Funktionsgeneratoren und Meßstellenumschalter. Alle Geräte haben verschiedene Signalwege, die zusammengefaßt wie folgt aussehen:

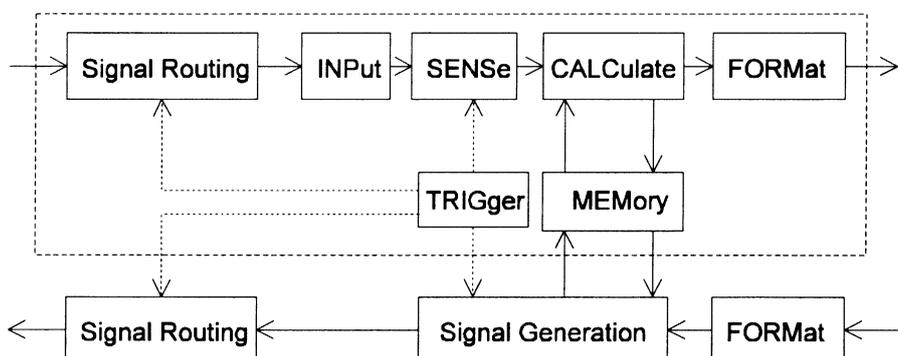


Bild 26: SCPI Funktions-Modell

Für ein Meßinstrument ist nur der obere Signalweg notwendig. Der Kommandosatz ist in einer Baumstruktur nach Anhang A von IEEE 488.2-1992 angeordnet. Dieser Baum ist mit der Verzeichnisstruktur eines DOS Rechners vergleichbar. Es gibt einen Stamm (z.B. Laufwerk C:\) gefolgt von mehreren Ebenen von Unterverzeichnissen.

Alle Kommandos werden durch Doppelpunkt voneinander getrennt. Der Stamm wird durch den ersten Doppelpunkt dargestellt. Es folgt die erste Überschrift, die angibt um welche Art von Befehl es sich handelt.

Die Hauptbefehle sind:

:CALCulate

Definiert, wie Formeln und Grenzwerte berechnet werden.

:DISPlay

Definiert die Helligkeit und den Kontrast.

:FETCh

Liest die letzten kopierten Meßwerte unmittelbar aus.

:FORMat

Definiert das Ausgabeformat.

:INITiate

Definiert, wann Daten kopiert werden.

:INPut

Definiert die Signalkopplung.

:INSTRument

Definiert den Meßmodus.

:MEMory

Definiert das Anhalten des Scope-Puffers.

:READ

Liest neue Meßwerte am Ende des Meßzyklus.

:SENSe

Definiert die Meßbedingungen wie Bereich, Testzeiten, ...

:SOURce

Definiert die Ausgänge der Prozeßsignalschnittstelle.

:STATus

Definiert das Verhalten einiger interner Register.

:SYSTem

Gibt Zugriff auf die Fehlermeldungen, Systemzeit, ...

:TRIGger

Kommandos zur Synchronisation und zum starten/stoppen von Messungen.

Wenn ein Kommando mit einem Fragezeichen abgeschlossen ist, wird der entsprechende Wert abgefragt. Das LMG95 sucht diesen Wert (ein Meßwert oder ein Parameter) und sendet ihn

über die Schnittstelle zurück. Wenn kein Fragezeichen angegeben ist, wird nur ein Kommando gesendet, oder es wird ein Übergabeparameter angehängt (z.B. der neue Meßbereich).

Mehrere Kommandos werden durch Semikolon getrennt.

Beispiel: Es soll der Meßbereich gesetzt und die DC Spannung abgefragt werden.

```
„:SENSE:VOLTAGE:UPPER 2;;FETCH:VOLTAGE:DC?“
```

Das erste Kommando setzt den Spannungsmessbereich für eine Messung von 2V. Das 2. Kommando fragt die DC Spannung ab. Das Semikolon am Anfang der Zeichenkette muß nicht angegeben werden. Erst bei einem 2. Kommando ist es erforderlich, um vom Stamm des Baumes auszugehen. Wird dieses 2. Semikolon weggelassen, versucht der SCPI Interpreter, an der letzten Position im Baum das neue Kommando zu finden. Somit kann man eine kürzere Sequenz angeben um den DC und den AC Wert der Spannung abzufragen:

```
„:FETCH:VOLTAGE:DC?;AC?“
```

Es ist auch möglich folgendes zu senden

```
„:FETCH:VOLTAGE:DC?;;FETCH:VOLTAGE:AC?“.
```

Dies braucht mehr Zeit für Übertragung und Dekodierung.

Jedes Kommando kann auch in einer Kurzform angegeben werden:

```
„:MEAS:VOLT:DC?;AC?“
```

Diese Kurzform ist nachfolgend durch Großbuchstaben gekennzeichnet, der Rest des Kommandos durch Kleinbuchstaben (z.B. „MEASure“). Die Kommandos können in Groß- oder Kleinbuchstaben an das Gerät gesendet werden.

Bitte beachten: Bei der Übertragung sollten Großbuchstaben benutzt werden, um Konvertierungszeit im LMG95 zu sparen.

Eine Übersicht über alle eingebauten Kommandos erhält man mit „:SYST:HELP:HEAD?“.

10.1.2 Übertragungspuffer

Die Übertragungspuffer sind 512 Byte groß. Das LMG95 interpretiert die Daten jedoch sobald sie im Meßgerät sind. Dies macht es möglich, mehr als 512 Byte an das LMG95 zu schicken. Gleiches gilt für den Ausgangspuffer. Somit kann man auch z.B. 20000 Abtastwerte übertragen. Das LMG95 erzeugt einen konstanten Datenstrom auf den Schnittstellen. Noch während Daten eingelesen werden, beginnt die Befehlsinterpretation und die Datenausgabe.

10.1.3 Endezeichen

Die GPIB Schnittstelle des LMG95 ist nach IEEE488.2-1992 aufgebaut. Deshalb ist das Endezeichen fest auf <lf> (linefeed, hex0A, dec10) eingestellt. Zusammen mit dem Endezeichen <lf> wird die EOI Leitung gesetzt. Wenn der GPIB Controller Daten zum Meßgerät sendet, muß das <lf> selbständig gesendet werden oder die Übertragung muß mit EOI während des letzten Byte beendet werden.

Die RS232 Schnittstellen verarbeiten mehrere Endezeichen: <lf>(0Ah), <cr>(0Dh), oder (<cr><lf>). Siehe auch 4.4.2.1, 'Schnittstellen'.

Die Abtastwerte werden als Binärzahlen übertragen. Um ein <cr> oder <lf> im Datenstrom zu überlesen, werden Blockkommandos nach IEEE488.2 benutzt. Diese zeigen an, daß nun eine definierte Anzahl von Abtastwerten folgt. Die Geräte wissen dann, wann die Übertragung beendet ist.

10.1.4 Setzen des LMG95

Alle Einstellungen können über die Tastatur oder über das Interface vorgenommen werden. Um gleichzeitige, doppelte Eingaben zu vermeiden, muß das LMG95 im 'remote mode' sein (mit dem ren Kommando der IEEE488.2), wenn es über die Schnittstellen Setzbefehle erhält. Bei der RS232 Schnittstelle wird durch das erste ankommende Zeichen der 'remote mode' automatisch gesetzt. Ohne diesen Modus werden keine Setzbefehle angenommen!

10.1.5 Register

Das LMG95 benutzt die in den Normen definierten Register. Es gibt drei verschiedene Registersätze. Der erste ist in IEEE488.2 definiert und wird „**Standard Status Data Structure**“ genannt. Die beiden anderen stammen aus der SCPI Definition und heißen „**Questionable Status Register Structure**“ und „**Operation Status Register Structure**“.

10.1.5.1 Standard Status Data Structure

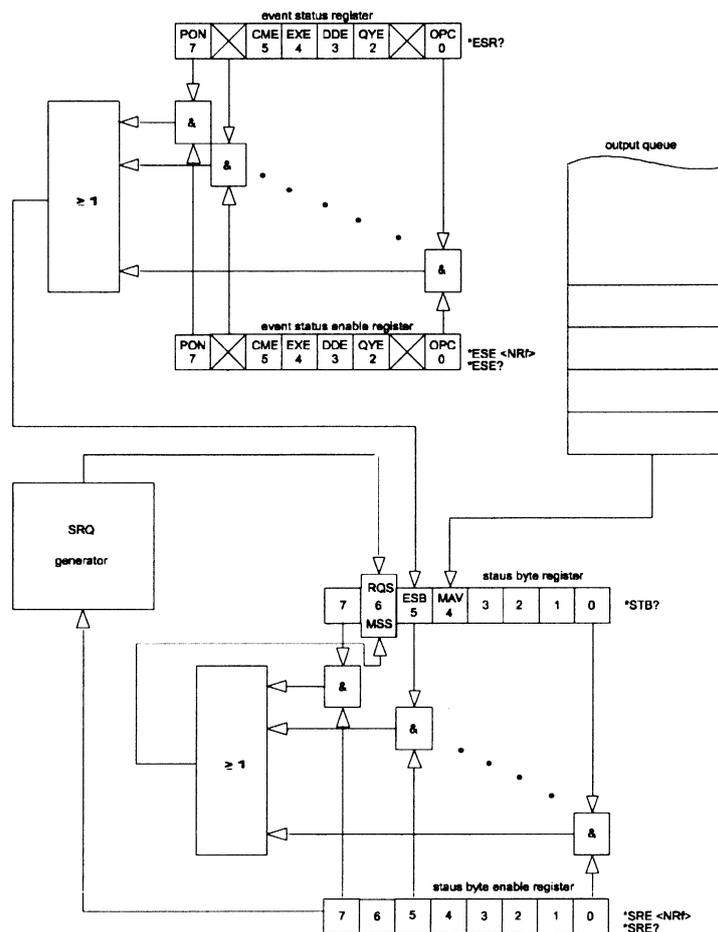


Bild 27: Standard Status Data Structure

Das zentrale Register ist das **'status byte register'**. Dieses Register sammelt die verschiedenen Hauereignisse. Es kann mit der Anforderung „*STB?“ ausgelesen aber nicht beschrieben werden. Bit 6 ist das MSS-Bit (master summary status) wenn über „*STB?“ abgefragt wird. Bei einem Poll auf dem GPIB Bus ist Bit 6 das RQS-Bit (request service bit), welches vom „Service Request Generator“ kommt.

Bit7 im Statusbyteregister repräsentiert den **Operation Status**.

Bit5 im Statusbyteregister ist das Event-Status-Bit, ESB. Es zeigt an, daß Ereignisse vom **event status register** registriert wurden. Es werden nur Ereignisse registriert, wenn das zugehörige Bit im **event status enable register** gesetzt ist. Das Event Status Register kann mit „*ESR?“ ausgelesen werden. Das Event Status Enable Register kann mit „*ESE?“ ausgelesen und mit „*ESE <NRf>“, gesetzt werden, wobei <NRf> die Dezimalzahl der zu setzenden Bits repräsentiert.

Bit4 im Statusbyteregister ist das Message-Available-Bit, MAV. Es wird benutzt, um Daten im Ausgabepuffer anzuzeigen.

Bit3 im Statusbyteregister repräsentiert den **Questionable Status**.

Bit7 im Event Status Register das das **PON** (Power-On) Bit. Es zeigt an, daß die Spannung des Gerätes eingeschaltet wurde (nicht ist!).

Bit5 im Event Status Register ist das **CME** (Command-Error) Bit. Es wird benutzt, um Fehler bei der Kommando-Interpretation anzuzeigen.

Bit4 im Event Status Register ist das **EXE** (Execution-Error) Bit. Es wird benutzt um anzuzeigen, daß ein Übergabeparameter außerhalb des gültigen Bereichs lag, oder daß bei der Befehlsausführung ein Fehler auftrat.

Bit3 im Event Status Register ist das **DDE** (Device-Specific Error) Bit. Es wird für alle Fehler benutzt, die nicht unter CME, EXE und QYE fallen.

Bit2 im Event Status Register ist das **QYE** (Query-Error) Bit. Es zeigt an, daß versucht wurde, Daten aus der Output Queue zu lesen, obwohl dort keine verfügbar waren oder daß Daten in der Output Queue verloren gingen.

Bit1 im Event Status Register ist das **RQC** (Request-Control) Bit. Dieses wird im LMG95 nicht verwendet, da dieses Gerät nie aktiver Controller wird.

Bit0 im Event Status register ist das **OPC** (Operation-Complete) Bit. Dieses zeigt an, daß alle Kommandos vor dem „*OPC“ Kommando ausgeführt sind. Dieses Bit wird nur gesetzt, wenn das Kommando „*OPC“ gesendet wurde.

10.1.5.2 Questionable Status Register Structure

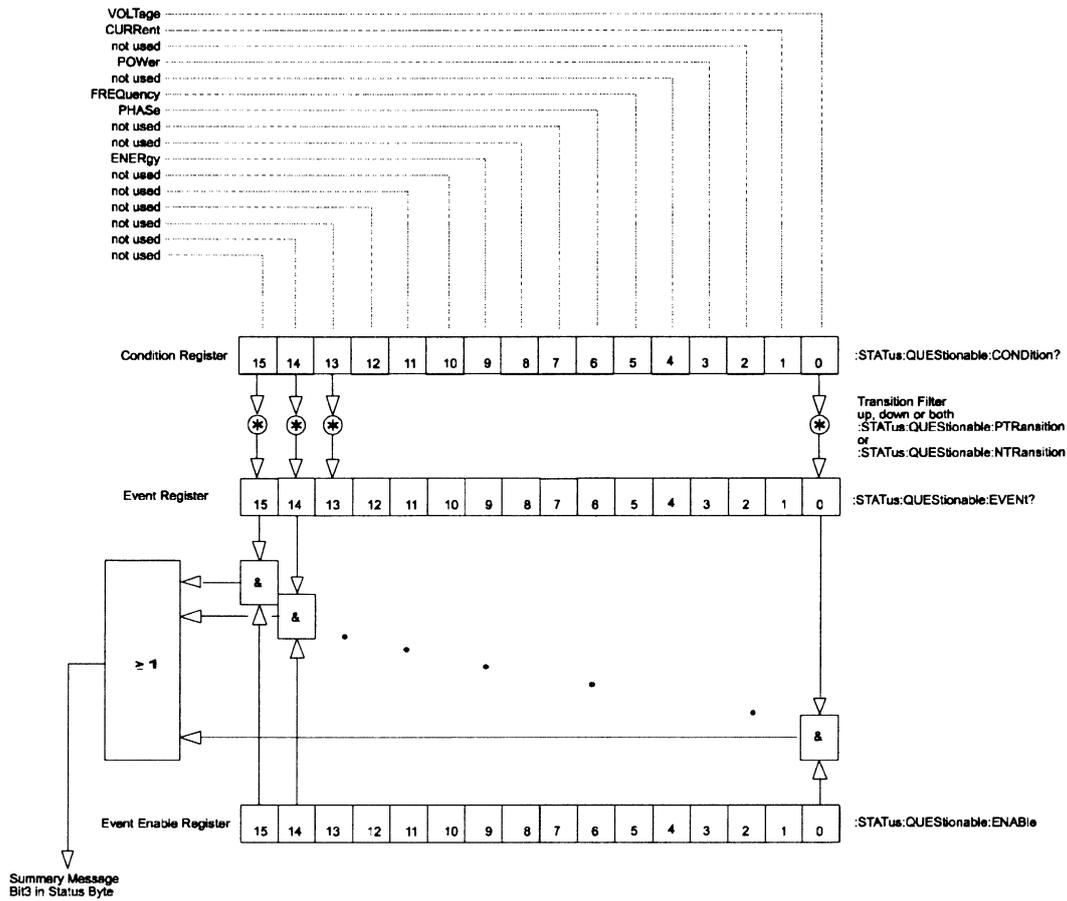


Bild 28: Questionable Status Data Structure

Das Questionable Status Register zeigt an, welche Werte vom Gerät gemessen werden. Immer wenn ein Meßwert im Gerät gültig ist, wird das entsprechende Bit im **Condition Register** gesetzt. Mit dem Transition Filter kann man nun bestimmte Ereignissübergänge im **Event Register** zulassen (z.B. nur 0 nach 1 oder 1 nach 0 Übergänge). Das **Event Enable Register** wird benutzt um nur bestimmte Ereignisse aufzuspüren und an das Statusbyteregister weiterzuleiten.

10.1.5.3 Operation Status Data Structure

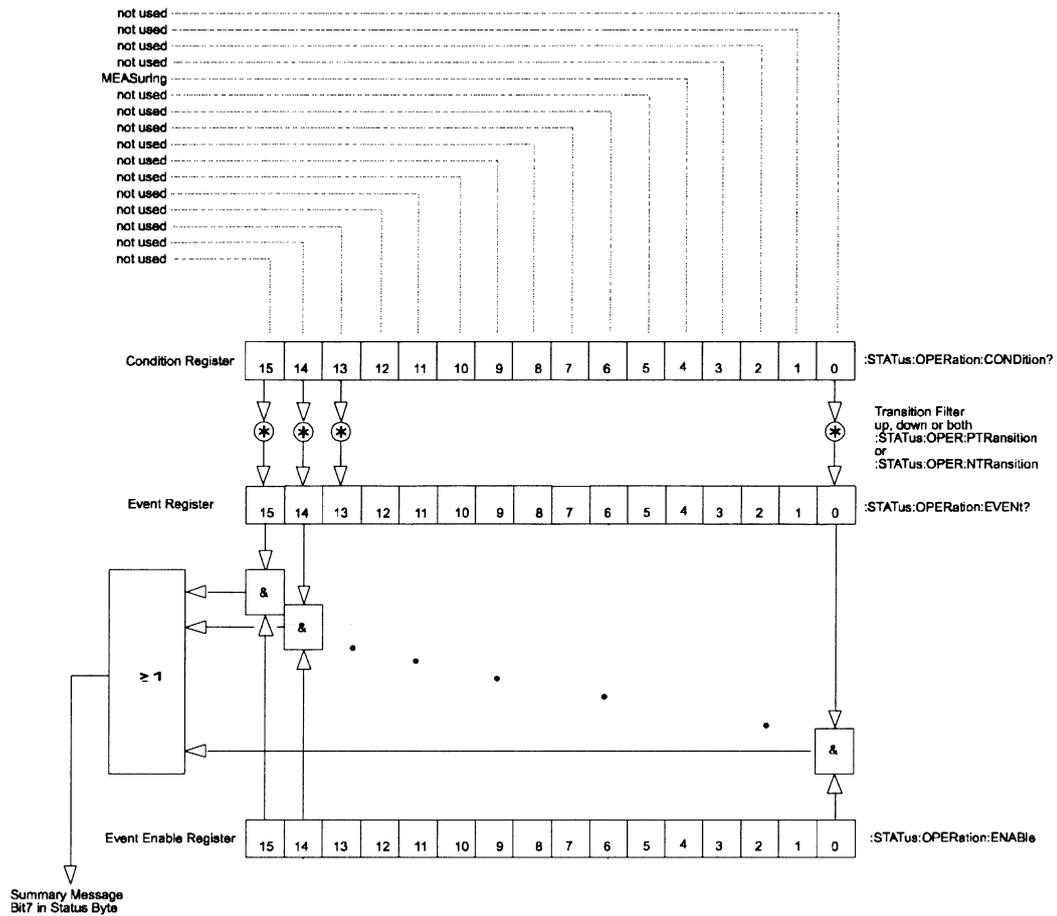


Bild 29: Operation Status Data Structure

Der Operation Status zeigt an, was das Gerät gerade macht. Immer wenn ein Vorgang wechselt, wird das entsprechende Bit im **Condition Register** gesetzt. Mit dem Transition Filter kann man nun bestimmte Ereignisübergänge im **Event Register** zulassen (z.B. nur 0 nach 1 oder 1 nach 0 Übergänge). Das **Event Enable Register** wird benutzt um nur bestimmte Ereignisse aufzuspüren und an das Statusbyteregister weiterzuleiten.

10.1.6 Kommandos

Die Bearbeitung von SCPI Kommandos ist nicht sehr schnell, da sie sehr komplex und lang sind. Schnelle Anwendung werden dadurch erschwert. Deshalb ist ein zweiter Befehlssatz eingebaut, der aus SHORT Kommandos besteht, die wesentlich schneller sind. Für weitere Unterschiede zwischen SCPI und SHORT Kommandosatz siehe auch 10.2.4, ' :FETCh und :READ Kommandos'.

SHORT Kommandos können aber erst eingegeben werden, wenn vorher mit „SYST:LANG SHORT“ umgeschaltet wurde. Zurück zum SCPI Kommandosatz kommt man mit „LANG SCPI“.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Kommandos.

Vereinbarungen:

- Kommandos, die mit '*' beginnen sind IEEE488.2 Kommandos.
- Eckige Klammern [] zeigen optionale Kommandoteile an. Sie müssen nicht eingegeben werden.
- '/qonly/' zeigt an, daß dieser Wert nur abgefragt werden kann. Der Text '/qonly/' darf nicht mit gesendet werden. Z.B. kann man Meßwerte nur abfragen.
- '/nquery/' zeigt an, daß dieser Wert nur gesetzt, aber nicht abgefragt werden kann. Der Text '/nquery/' darf nicht mit gesendet werden. Z.B. kann man kein Triggerkommando abfragen.
- Alle Kommandos ohne '/qonly/' und '/nquery/' können setzen und abfragen.
- Alle Parameter müssen mit einem Space als Trennzeichen angegeben werden.

Syntax-Beispiele

Kommando zum Auslesen des Stromeffektivwertes:

```
:FETCh:CURRent:TRMS?
```

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

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

Bitte das Leerzeichen nach dem Fragezeichen beachten!

Kommando zum Einstellen des 250V Meßbereichs:

```
:SENS:VOLT:RANG 250
```

Bitte das Leerzeichen vor der 250 beachten!

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

```
:SENS:VOLT:RANG3 250
```

Bitte das Leerzeichen vor der 250 beachten!

Die Kommandos sind nach dem SCPI Baum sortiert.

10.1.6.1 Syntax für Nachrichten zum Meßgerät

Das folgende Syntaxdiagramm beschreibt, wie Nachrichten zum Meßgerät aussehen dürfen:

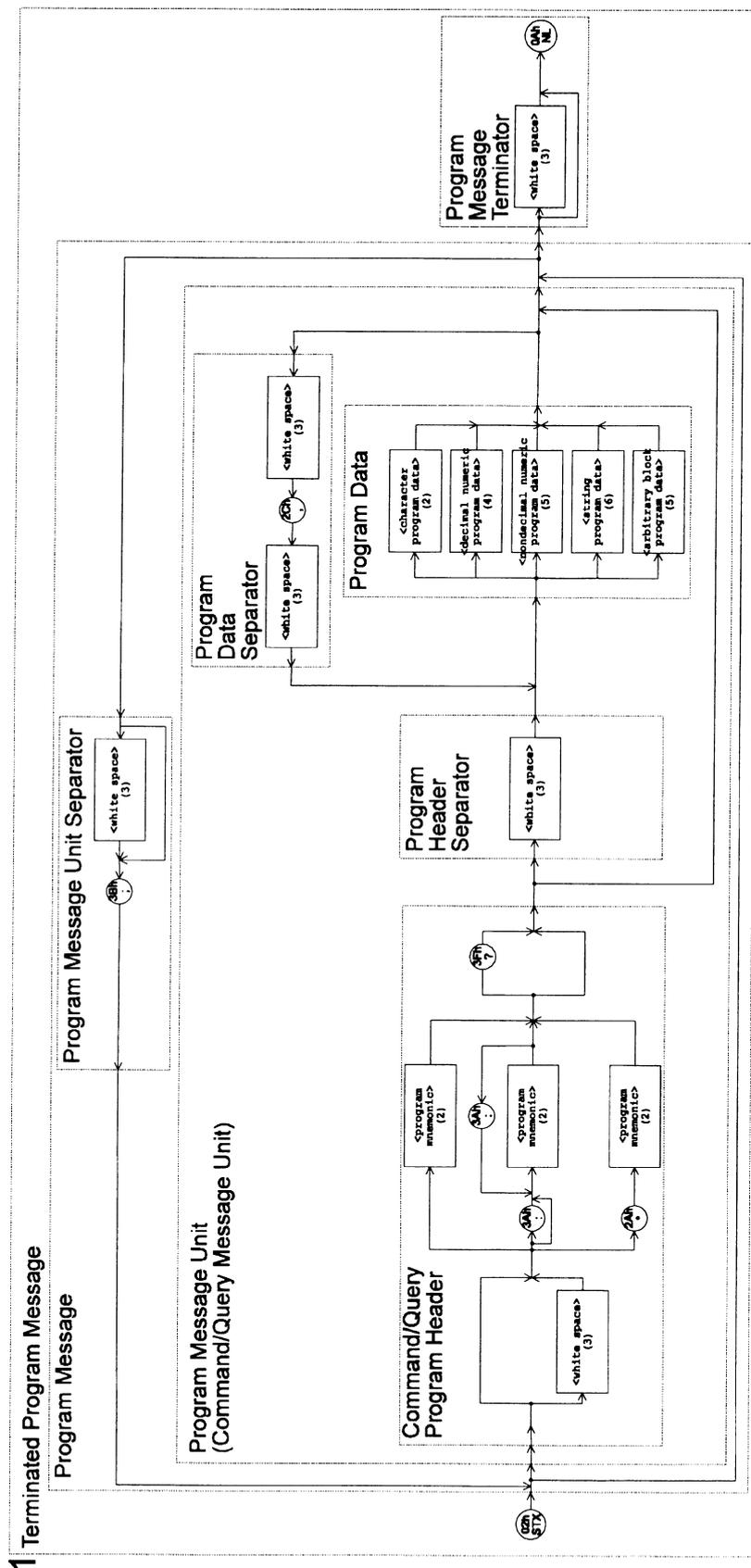


Bild 30: Programmieranweisungen I

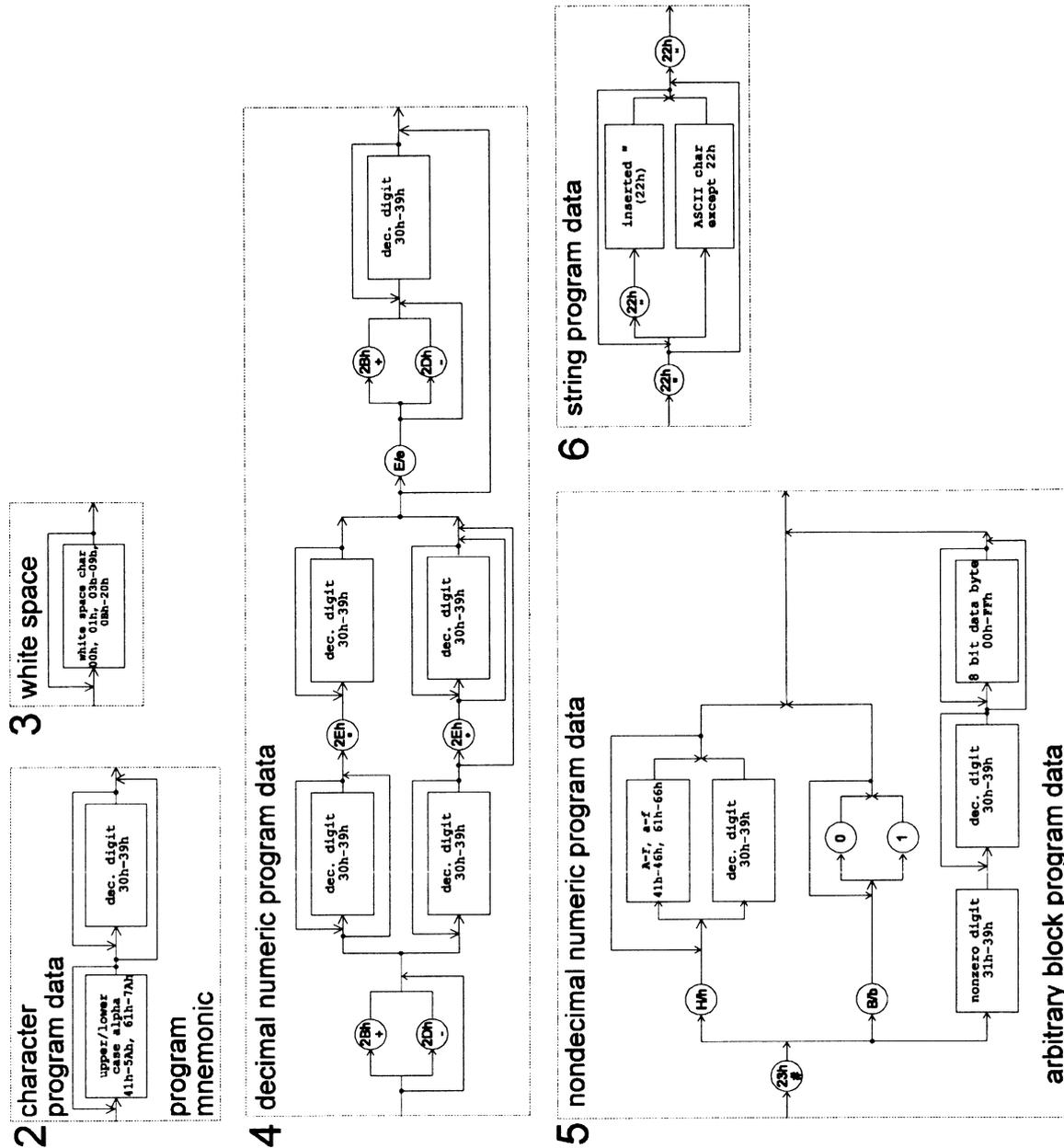


Bild 31: Programmieranweisungen II

10.1.6.1.1 <NRf> Daten

<NRf> ist ein flexibles numerisches Format. Es folgt den Regeln des Block 4 (decimal numeric program data, siehe Bild 31)

10.1.6.1.2 <NRi> Daten

<NRi> ist ein flexible numerisches Format. Es folgt den Regeln des Block 2 (character program data, siehe Bild 31) ODER des Block 4 (decimal numeric program data, siehe Bild 31) ODER des Block 5 (nondezimal numeric program data, siehe Bild 31).

10.1.6.1.3 <list> Daten

<list> steht für <(<NRf>:<NRf>)>. Mit dieser Konstruktion kann man mehrere Werte anfordern, die in einem Array gespeichert sind, z.B. Harmonische. Um die 3. bis 11. Harmonische zu bekommen schreibt man '(3:11)'.

Die einzelnen Elemente einer Liste werden bei der Antwort durch Komma separiert!

10.1.6.1.4 character program data

Dies sind Zeichenketten, die an Stelle von Zahlen gesendet werden können. Folgende Texte sind definiert (es können jeweils Groß- oder Kleinbuchstaben benutzt werden):

Text	OFF	ON
Wert	0	1

Text	MANUAL	AUTO
Wert	0	1

Text	INT	EXT
Wert	0	1

Text	ASCII	PACKED
Wert	0	1

Text	NORML	CEHRM	CEFLK	HRMHUN	TRANS
Wert	0	1	2	3	4

Text	SCPI	SHORT
Wert	0	1

Text	LINE	EXTS	U	I
Wert	0	1	2	3

Text	ACDC	BP	AM
Wert	0	1	2

Es ist also egal, ob man 'SYST:LANG 1', 'SYST:LANG shORT' oder 'SYST:LANG ACDC' schreibt. Der letzte Ausdruck funktioniert, sollte aber der Übersichtlichkeit halber nicht benutzt werden.

10.1.6.2 Syntax für Antworten vom Meßgerät

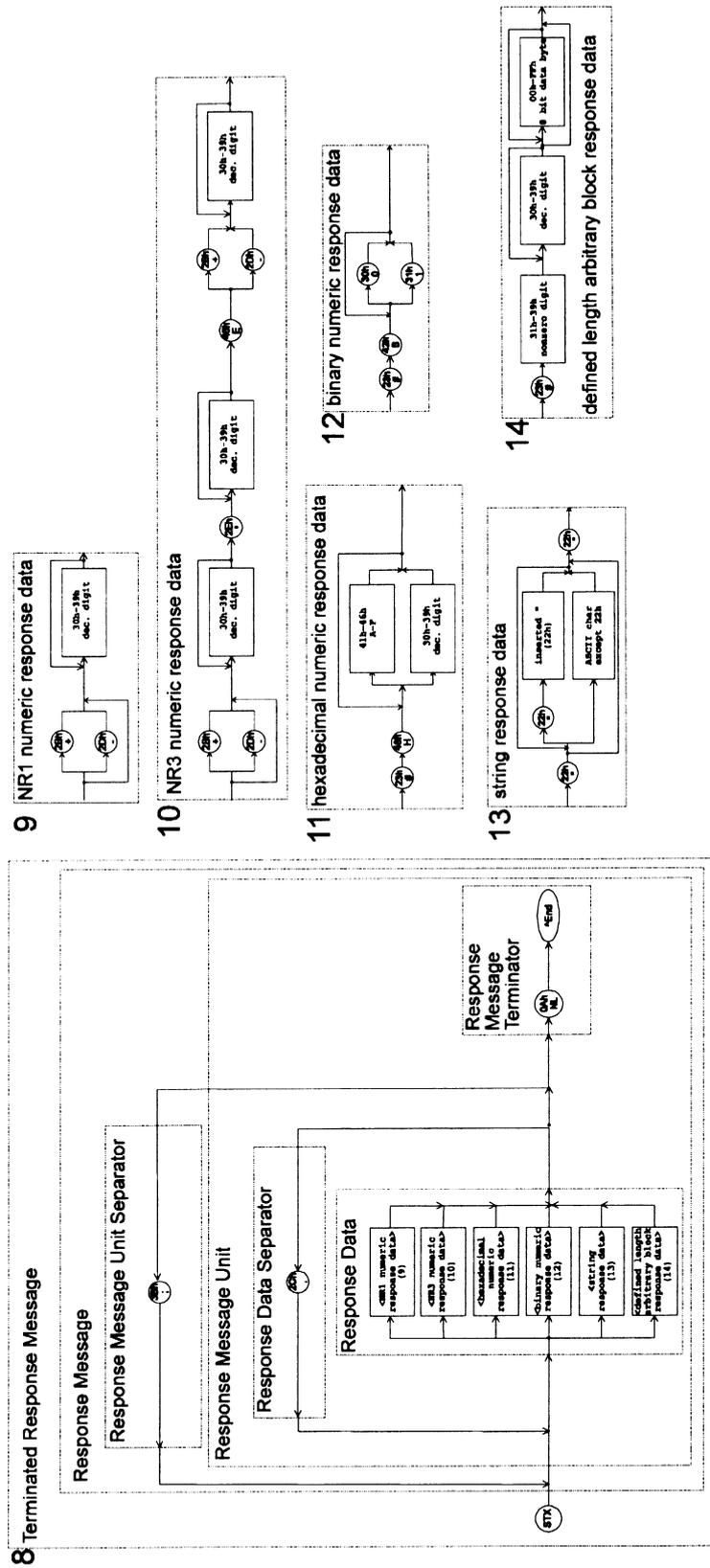


Bild 32: Geräteantworten

10.1.6.2.1 defined length arbitrary block response data

Dieses Ausgabeformat wird vor allem für Nicht-ASCII-Daten benutzt. Die sich daraus ergebenden Vorteile werden nachfolgend beschrieben:

Beim Übertragen einer Float-Zahl bekäme man mit ASCII Daten z.B. '-2.31234e-3'. Es würden 11 Byte übertragen. Wenn diese Daten mit dem defined length arbitrary block response data Format gesendet werden bekäme man z.B. '#14xxxx'. Jedes 'x' steht für ein Byte der 32Bit Floatzahl. Hier werden nur 7 Byte benötigt. Man hat somit mehrere Vorteile:

- Weniger Byte zum Übertrage, deshalb schneller
- Im Meßgerät muß die Zahl nicht in einen String umgewandelt werden, deshalb schneller
- Im PC muß der String nicht in eine Zahl umgewandelt werden, deshalb schneller
- Die Zahl wird mit voller Genauigkeit übertragen und nicht nur mit 6 Stellen, deshalb genauer.

Beim defined length arbitrary block response data Format wird immer zuerst ein '#' geschickt. Die folgende Ziffer gibt an, aus wievielen nachfolgenden Ziffern die Länge der darauffolgenden Daten besteht. Die Sequenz '#40008' gibt an, daß die Länge aus 4 Ziffern besteht. Nach der '0008' folgen 8 Datenbyte.

10.2 Kommandos

In dieser Kommandobeschreibung sind alle Befehle definiert, die das Meßgerät versteht. Zusätzlich sind bei einigen Befehlen noch 'IDs' angegeben, unter denen der Wert z.B. im Formeleditor angesprochen werden kann. Die Kapitelüberschriften von ausführbaren Befehlen sind eingerahmt. Man findet dort von links nach rechts: SCPI-Kommando, SHORT Kommando und ggfs. die ID. Für diese Kommandos gibt es einen separaten Index. Siehe Kapitel 17, 'Index Schnittstellen Kommandos'.

10.2.1 IEEE488.2 Kommandos

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

SCPI: *CLS/nquery/
 SHORT: *CLS/nquery/
 ID: no ID defined

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

10.2.1.2 *ESE***ESE**

SCPI: *ESE <NRi>
SHORT: *ESE <NRi>
ID: no ID defined

Liest oder setzt das Event Status Enable Register.

10.2.1.3 *ESR?***ESR?**

SCPI: *ESR?/qonly/
SHORT: *ESR? /qonly/
ID: no ID defined

Liest oder setzt das Event Status Register

10.2.1.4 *IDN?***IDN?**

SCPI: *IDN?/qonly/
SHORT: *IDN? /qonly/
ID: no ID defined

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

Feld 1 Hersteller

Feld 2 Modell

Feld 3 Serien Nummer

Feld 4 Softwareversion

10.2.1.5 *IST?***IST?**

SCPI: *IST?/qonly/
SHORT: *IST? /qonly/
ID: no ID defined

Individual Status Query. Liest den Status der 'ist' Nachricht im Gerät. Siehe 10.1.5, 'Register'.
Mögliche Werte sind '0' oder '1' (30h oder 31h).

10.2.1.6 *OPC***OPC**

SCPI: *OPC/nquery/
SHORT: *OPC/nquery/
ID: no ID defined

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

10.2.1.7 *OPC? *OPC?

SCPI: *OPC?/qonly/
SHORT: *OPC?/qonly/
ID: no ID defined

Veranlaßt das Gerät eine „1“ in die Ausgangsschlange zu setzen, wenn alle anstehenden Operationen ausgeführt sind (=operation complete).

10.2.1.8 *PRE *PRE

SCPI: *PRE <NRi>
SHORT: *PRE <NRi>
ID: no ID defined

Liest oder setzt das Parallel Poll Enable Register

10.2.1.9 *RST *RST

SCPI: *RST/nquery/
SHORT: *RST/nquery/
ID: no ID defined

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

10.2.1.10 *SRE *SRE

SCPI: *SRE <NRi>
SHORT: *SRE <NRi>
ID: no ID defined

Liest oder setzt das Service Request Enable Register

10.2.1.11 *STB? *STB?

SCPI: *STB?/qonly/
SHORT: *STB?/qonly/
ID: no ID defined

Liest das Status Byte Register

10.2.1.12 *TRG *TRG

SCPI: *TRG/nquery/
SHORT: *TRG/nquery/
ID: no ID defined

Triggert die gleiche Aktion, die mit dem IEEE488.1 Kommando DT1 ausgelöst würde oder mit dem RS232 Kommando '&TRG<cr><lf>'. Im Augenblick wird nichts ausgeführt.

10.2.1.13 *TST?	*TST?
------------------------	--------------

SCPI: *TST?/qonly/ <NRi>
 SHORT: *TST?/qonly/ <NRi>
 ID: no ID defined

Führt einen Selbsttest aus.. Gibt einen Wert in Abhängigkeit von <NRi> zurück.. Dieses Kommando sollte von Endanwendern nicht benutzt werden!

10.2.1.14 *WAI	*WAI
-----------------------	-------------

SCPI: *WAI/nquery/
 SHORT: *WAI/nquery/
 ID: no ID defined

Wartet bis alle anstehenden Kommandos ausgeführt sind. Das das Meßgerät dieses Kommando erst ausführen kann, wenn alle vorhergehenden Kommandos abgearbeitet sind, wird *WAI einfach ignoriert. Es ist nur aus Kompatibilitätsgründen zur IEEE488.2 implementiert.

10.2.2 :CALCulate Kommandos

Hier findet man Kommandos, die die Berechnung der Formeln oder Grenzwerte beeinflußt.

:CALCulate → :FORMula
 :DISPlay :LIMit
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe
 :SOURce
 :STATus
 :SYSTem
 :TRIGger

10.2.2.1 :FORMula

:CALCulate → :FORMula → [:DEFine]
 :DISPlay :LIMit
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe
 :SOURce

:STATus
:SYSTem
:TRIGger

10.2.2.1.1 [:DEFine] FORM

SCPI: :CALCulate:FORMula[:DEFine] <string program data>
SHORT: FORM <string program data>
ID: no ID defined

Liest oder setzt die Formel des Formeleditors. Es gibt keinen *RST Defaultwert.

Beispiel: 'FORM „a=1;“<lf>' setzt die Variable a auf 1.

10.2.2.2 :LIMit

:CALCulate →	:FORMula	
:DISPlay	:LIMit →	:CLASs
:FETCh		:FCURrent
:FORMat		:PFActor
:INITiate		:POWer
:INPut		:SYSTem
:INSTrument		:VERsion
:MEMory		
:READ		
:SENSe		
:SOURce		
:STATus		
:SYSTem		
:TRIGger		

10.2.2.2.1 :CLASs EVAL

SCPI: :CALCulate:LIMit:CLASs <Nri>
SHORT: EVAL <NRI>
ID: no ID defined

Liest oder setzt die Klasse der Harmonischen im CE Modus:

- 0: Klasse A [*RST default value]
- 1: Klasse B
- 2: Klasse C
- 3: Klasse D

10.2.2.2.2 :FCURrent ISO

SCPI: :CALCulate:LIMit:FCURrent
SHORT: ISO
ID: no ID defined

Liest oder setzt den Grundschwingungsstrom zur Berechnung der EN61000-3-2/A14 Grenzwerte im CE Modus. Der *RST default value ist 1.0

10.2.2.2.3 :PFACTOR**PFSO**

SCPI: :CALCulate:LIMit:PFACTOR
 SHORT: PFSO
 ID: no ID defined

Liest oder setzt den Leistungsfaktor zur Berechnung der EN61000-3-2/A14 Grenzwerte im CE Modus. Der *RST default value ist 1.0

10.2.2.2.4 :POWER**PSO**

SCPI: :CALCulate:LIMit:POWer
 SHORT: PSO
 ID: no ID defined

Liest oder setzt die Leistung zur Berechnung der EN61000-3-2/A14 Grenzwerte im CE Modus. Der *RST default value ist 1.0

10.2.2.2.5 :SYSTEM**SYSD**

SCPI: :CALCulate:LIMit:SYSTem
 SHORT: SYSD
 ID: no ID defined

Liest oder setzt das Versorgungssystem zur Berechnung der EN61000-3-2/A14 Grenzwerte im CE Modus.

0: 230V/50Hz [*RST default value]
 1: 230V/60Hz
 2: 120V/50Hz
 3: 120V/60Hz

10.2.2.2.6 :VERSION**EDIT**

SCPI: :CALCulate:LIMit:VERSion
 SHORT: EDIT
 ID: no ID defined

Liest oder setzt die Ausgabe der Harmonischen Norm :

0: EN61000-3-2 EN61000-4-7 [*RST default value]
 1: EN61000-3-2 prEN61000-4-7
 2: EN61000-3-2/A14 EN61000-4-7
 3: EN61000-3-2/A14 prEN61000-4-7

10.2.3 :DISPlay Kommandos

:CALCulate
 :DISPlay → :BRIGhtness

Einen typische Anfrage sollte folgendermaßen aussehen:

```
:READ:VOLTAGE:DC?;;FETC:CURRENT:DC?
```

In diesem Fall beendet das Meßgerät den laufenden Zyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die beiden angeforderten Werte aus. Diese stammen aus dem selben Meßzyklus!

Die SHORT Kommandos verhalten sich wie die :FETCh Kommandos (d.h. es wird kein INIM durchgeführt!). Um also das letzte Beispiel mit SHORT Kommandos auszuführen müßte man folgendes senden:

```
INIM;UDC?;IDC?
```

Soweit nicht anders angegeben, sind die Rückgabewerte float-Zahlen.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar]
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ →
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.4.1 [:SCALar]

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar]      :CURRent
:FORMat          :CYCLe
:INITiate        :DINPut
:INPut           :ENERgy
:INSTrument      :FLICKer
:MEMory          :FREQuency
:READ →        :HARMonics
:SENSe           :POWer
:SOURce          :RESistance
:STATus          :VARiable
:SYSTem          [:VOLTage]
:TRIGger
```

10.2.4.1.1 :CURRent

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →   :CURRent →   :AC
:FORMat          :CYCLe       :CFACTor
:INITiate        :DINPut      :DC
:INPut           :ENERgy      :FFACTor
:INSTrument      :FLICKer     :INRush
:MEMory          :FREQuency    :MAXPk
:READ →        :HARMonics    :MINPk
:SENSe           :POWer       :PPEak
```

:SOURce	:RESistance	:RECTify
:STATus	:VARIable	:RUSed
:SYSTem	[:VOLTage]	[:TRMS]
:TRIGger		

10.2.4.1.1.1 :AC?	IAC?	lac
--------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:AC?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:AC?/qonly/
 SHORT: IAC?/qonly/
 ID: lac

Liest den AC Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.2 :CFACtor?	ICF?	lcf
-------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:CFACtor?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:CFACtor?/qonly/
 SHORT: ICF?/qonly/
 ID: lcf

Liest den Crest Faktor des Stromes.

10.2.4.1.1.3 :DC?	IDC?	ldc
--------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:DC?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:DC?/qonly/
 SHORT: IDC?/qonly/
 ID: ldc

Liest den DC Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.4 :FFACtor?	IFF?	lff
-------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:FFACtor?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:FFACtor?/qonly/
 SHORT: IFF?/qonly/
 ID: lff

Liest den Form Faktor des Stromes

10.2.4.1.1.5 :FSCale?	FSI?	
------------------------------	-------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:FSCale?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:FSCale?/qonly/
 SHORT: FSI?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Full Scale Wert des Stromes

10.2.4.1.1.6 :INRush?	IINR?	linr
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:INRush?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:INRush?/qonly/
 SHORT: IINR?/qonly/
 ID: linr

Liest den Einschaltstrom

10.2.4.1.1.7 :MAXPk?	IMAX?	l_{pk}
-----------------------------	--------------	-----------------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:MAXPk?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:MAXPk?/qonly/
 SHORT: IMAX?/qonly/
 ID: l_{pk}

Liest den größten Stromwert

10.2.4.1.1.8 :MINPk?	IMIN?	l_{pn}
-----------------------------	--------------	-----------------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:MINPk?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:MINPk?/qonly/
 SHORT: IMIN?/qonly/
 ID: l_{pn}

Liest den kleinsten Stromwert

10.2.4.1.1.9 :PPEak?	IPP?	l_{pp}
-----------------------------	-------------	-----------------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:PPEak? \f if/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:PPEak?/qonly/
 SHORT: IPP?/qonly/
 ID: l_{pp}

Liest den Spize-Spitze Wert des Stromes.

10.2.4.1.1.10 :RECTify?	I_{REC?}	l_{rect}
--------------------------------	-------------------------	-------------------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:RECTify?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:RECTify?/qonly/
 SHORT: I_{REC?}/qonly/
 ID: l_{rect}

Liest den Gleichrichtwert des Stromes.

10.2.4.1.1.11 :RUSed?	OVRI?	Ovrl
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent:RUSed?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent:RUSed?/qonly/
 SHORT: OVRI?/qonly/
 ID: Ovrl

Liest die prozentuale Aussteuerung des Meßkanals

10.2.4.1.1.12 [:TRMS?]	ITRMS?	l_{trms}
-------------------------------	---------------	-------------------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CURRent[:TRMS]?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CURRent[:TRMS]?/qonly/
 SHORT: ITRMS?/qonly/
 ID: l_{trms}

Liest den Effektivwert des Stromes.

10.2.4.1.2 :CYCLE

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe →	:COUNT
:INITiate		:DINPut	:TIME
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		:FLICKer	
:MEMory		:FREQuency	
:READ →		:HARMonics	
:SENSe		:POWer	
:SOURce		:RESistance	
:STATus		:VARiable	
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

10.2.4.1.2.1 :COUNT? COUNT?

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CYCLe:COUNT?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CYCLe:COUNT?/qonly/
SHORT: COUNT?/qonly/
ID: no ID defined

Liest die Nummer des Meßzyklus dessen Werte sich gerade im Interfacepuffer befinden. Der Wert läuft bis 65535 und wird dann wieder auf 0 gesetzt.

10.2.4.1.2.2 :TIME? CYCR? Mtime

SCPI: :FETCh[:SCALar]:CYCLe:TIME?/qonly/ | :READ[:SCALar]:CYCLe:TIME?/qonly/
SHORT: CYCR?/qonly/
ID: Mtime

Liest die echte Meßzeit während des Meßzyklus.. Diese Zeit entspricht einer ganzzahligen Anzahl von Signalperioden. Im Mittel ist diese Zeit gleich der Zykluszeit.

10.2.4.1.3 :DINPut? DIST?

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		:FLICKer	
:MEMory		:FREQuency	
:READ →		:HARMonics	
:SENSe		:POWer	
:SOURce		:RESistance	
:STATus		:VARiable	
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

SCPI: :FETCh[:SCALar]:DINPut?/qonly/ | :READ[:SCALar]:DINPut?/qonly/
SHORT: DIST?/qonly/
ID: no ID defined

Liest den Status der Digitaleingänge. Die Bits der Antwort haben folgende Bedeutung:

- Bit 0: Eingang 1
- Bit 1: Eingang 2
- Bit 2: Eingang 3
- Bit 3: Eingang 4
- Bit 4: Eingang 5
- Bit 5: Eingang 6

10.2.4.1.4 :ENERgy

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat       :CYCLe
:INITiate     :DINPut
:INPut        :ENERgy →      [:ACTive]
:INSTRument   :FLICKer       :APPArEnt
:MEMory       :FREQuency     :CHARge
:READ →       :HARMonics     :REACTive
:SENSe        :POWer         :TIME
:SOURce       :RESistance
:STATus       :VARiable
:SYSTEM      [:VOLTage]
:TRIGger

```

10.2.4.1.4.1 [:ACTive]?	EP?	EP
--------------------------------	------------	-----------

```

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy[:ACTive]?/qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy[:ACTive]?/qonly/
SHORT: EP?/qonly/
ID:    EP

```

Liest die Wirkenergie.

10.2.4.1.4.2 :APPArEnt?	ES?	ES
--------------------------------	------------	-----------

```

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy:APPArEnt?/qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy:APPArEnt?/qonly/
SHORT: ES?/qonly/
ID:    ES

```

Liest die Scheinenergie.

10.2.4.1.4.3 :CHARge?	EI?	q
------------------------------	------------	----------

```

SCPI: :FETCh[:SCALar]:ENERgy:CHARge?/qonly/ | :READ[:SCALar]:ENERgy:CHARge?/qonly/
SHORT: EI?/qonly/
ID:    q

```

Liest die Ladung.

10.2.4.1.4.4 :REACTIVE?**EQ?****EQ**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:ENERGy:REACTIVE?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:ENERGy:REACTIVE?/qonly/
 SHORT: EQ?/qonly/
 ID: EQ

Liest die BlindenergieEnergie:Blind.

10.2.4.1.4.5 :TIME?**INTR?**

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:ENERGy:TIME?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:ENERGy:TIME?/qonly/
 SHORT: INTR?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest die Zeit der laufenden Energiemessung as long in ms

10.2.4.1.5 :FLICKer

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALAr] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERGy	
:INSTrument		:FLICKer →	[:EUTest]
:MEMory		:FREQuency	:LTRemain
:READ →		:HARMonics	:PHWave
:SENSe		:POWer	:SOURce
:SOURce		:RESistance	:STATe
:STATus		:VARiable	:STRemain
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

10.2.4.1.5.1 [:EUTest]

Hier werden die Ergebnisse des Prüflings ausgelesen (gewonnen aus den Signalen der Spannungseingänge).

:CALCulate				
:DISPlay				
:FETCh →	[:SCALAr] →	:CURRent		
:FORMat		:CYCLe		
:INITiate		:DINPut		
:INPut		:ENERGy		
:INSTrument		:FLICKer →	[:EUTest] →	:APMoment
:MEMory		:FREQuency	:LTRemain	:DC
:READ →		:HARMonics	:PHWave	:DELTat
:SENSe		:POWer	:SOURce	:DMAX
:SOURce		:RESistance	:STATe	:HWTRms
:STATus		:VARiable	:STRemain	:PLT
:SYSTem		[:VOLTage]		:PMOMentary
:TRIGger				:PST
				:RESult

10.2.4.1.5.1.1 :APMoment?	FLMO?	Pmoml
----------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:APMoment?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:APMoment? \f if/qonly/
 SHORT: FLMO?/qonly/
 ID: Pmoml

Liest den gemittelten, momentanen Flickerpegel des Prüflings. Dieser Wert wird als 'Pmoml' angezeigt und ist über 16 Perioden gemittelt.

10.2.4.1.5.1.2 :DC?	FLDC?	dcl
----------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DC?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DC?/qonly/
 SHORT: FLDC?/qonly/
 ID: dcl

Liest den d_c Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.3 :DELTat?	FLDT?	dtl
--------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DELTat?/qonly/ <list>|
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DELTat?/qonly/ <list>
 SHORT: FLDT?/qonly/ <list>
 ID: dtl

Liest den d(t) Wert des Prüflings. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

10.2.4.1.5.1.4 :DMAX?	FLDX?	dmaxl
------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DMAX?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:DMAX?/qonly/
 SHORT: FLDX?/qonly/
 ID: dmaxl

Liest den d_{max} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.5 :HWTRms?	FLRM?	Uhwl
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:HWTRms?/qonly/ <list>|
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:HWTRms?/qonly/ <list>
 SHORT: FLRM?/qonly/ <list>
 ID: Uhwl

Liest den Halbwelleneffektivwert des Prüflings. Dieser Wert wird als 'Uhwl' angezeigt. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

10.2.4.1.5.1.6 :PLT?	FLLT?	PItI
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:PLT?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:PLT?/qonly/
 SHORT: FLLT?/qonly/
 ID: PItI

Liest den P_{It} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.7 :PMOMentary?	FLMS?	PmI
------------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]: PMOMentary?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]: PMOMentary?/qonly/ <list>
 SHORT: FLMS?/qonly/ <list>
 ID: PmI

Liest den momentanen Flickerpegel des Prüflings. Dieser Wert wird als 'Pl' angezeigt. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

10.2.4.1.5.1.8 :PST?	FLST?	PstI
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:PST?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:PST?/qonly/
 SHORT: FLST?/qonly/
 ID: PstI

Liest den P_{st} Wert des Prüflings.

10.2.4.1.5.1.9 :RESult?	FLRE?	
--------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:RESult?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr[:EUTest]:RESult?/qonly/
 SHORT: FLRE?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Resultat der Flickermessung des Prüflings. Es wird eine long-Zahl mit folgenden Bits zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (=irgendeine der nachfolgenden Auswertungen war nicht in Ordnung). Andernfalls gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn mindestens ein $P_{st} > 1.0$ war, andernfalls gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn der P_{It} am Ende der Messung > 0.65 war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn $d_{max} > 4\%$ war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn $d(t)$ für mehr als 200ms $> 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 5: Gesetzt, wenn $d_c > 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.

10.2.4.1.5.2 :LTRemain?**FLTR?**

:CALCulate			
:DISPlay			
: FETCh →	[: SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		: FLICKer →	[:EUTest]
:MEMory		:FREQuency	: LTRemain
: READ →		:HARMonics	:PHWave
:SENSe		:POWer	:SOURce
:SOURce		:RESistance	:STATe
:STATus		:VARiable	:STRemain
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:LTRemain?/qonly/ | :READ[:SCALar]:FLICKer:LTRemain?/qonly/

SHORT: FLTR?/qonly/

ID: no ID defined

Liest die Restlaufzeit bis zum Ende des P_{it} Zyklus in Sekunden.

10.2.4.1.5.3 :PHWave?**FLPH?****Phw**

:CALCulate			
:DISPlay			
: FETCh →	[: SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		: FLICKer →	[:EUTest]
:MEMory		:FREQuency	:LTRemain
: READ →		:HARMonics	: PHWave
:SENSe		:POWer	:SOURce
:SOURce		:RESistance	:STATe
:STATus		:VARiable	:STRemain
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:PHWave?/qonly/ <list> |

:READ[:SCALar]:FLICKer:PHWave?/qonly/ <list>

SHORT: FLPH?/qonly/ <list>

ID: Phw

Liest die Halbwellenwirkleistung. Nach jedem Meßzyklus über 16 Perioden kann man 32 Werte abrufen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31. Für ein richtiges Ergebnis ist es natürlich notwendig, mit dem Stromkanal einen Strom zu messen und nicht die Spannung der Quelle

10.2.4.1.5.4 :SOURce

Hier werden die Ergebnisse der Quelle ausgelesen (gewonnen aus den Signalen der Stromeingänge bzw. ext. Shunteingänge).

:CALCulate				
:DISPlay				
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent		
:FORMat		:CYCLe		
:INITiate		:DINPut		
:INPut		:ENERgy		
:INSTRument		:FLICKer →	[:EUTest]	
:MEMory		:FREQuency	:LTRemain	
:READ →		:HARMonics	:PHWave	
:SENSe		:POWer	:SOURce →	:APMoment
:SOURce		:RESistance	:STATe	:DC
:STATus		:VARIable	:STRemain	:DELTat
:SYSTem		[:VOLTage]		:DMAX
:TRIGger				:HWTRms
				:PLT
				:PMOMentary
				:PST
				:RESult

10.2.4.1.5.4.1 :APMoment?	FSMO?	Pmoms
---------------------------	-------	-------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:SOURce:APMoment?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICKer:SOURce:APMoment?/qonly/
 SHORT: FSMO?/qonly/
 ID: Pmoms

Liest den gemittelten, momentanen Flickerpegel der Quelle. Dieser Wert wird als 'Pmoms' angezeigt und ist über 16 Perioden gemittelt.

10.2.4.1.5.4.2 :DC?	FSDC?	dcs
---------------------	-------	-----

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DC?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DC?/qonly/
 SHORT: FSDC?/qonly/
 ID: dcs

Liest den d_c Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.3 :DELTat?	FSDT?	dts
-------------------------	-------	-----

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DELTat?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:FLICKer:SOURce:DELTat?/qonly/ <list>
 SHORT: FSDT?/qonly/ <list>
 ID: dts

Liest den d(t) Wert der Quelle. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

10.2.4.1.5.4.4 :DMAX?	FSDX?	dmaxs
------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:DMAX?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:DMAX?/qonly/
 SHORT: FSDX?/qonly/
 ID: dmaxs

Liest den d_{\max} Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.5 :HWTRms?	FSRM?	Uhws
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:HWTRms?/qonly/ <list>|
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:HWTRms?/qonly/ <list>
 SHORT: FSRM?/qonly/ <list>
 ID: Uhws

Liest den Halbwelleneffektivwert der Quelle. Dieser Wert wird als 'Uhws' angezeigt. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

Wird mit Hilfe des Shuntspannungseinganges z.B. die Spannung der Quelle überwacht, so ist dieser Wert eine Spannung. Man kann aber natürlich auch den Strom direkt messen. In diesem Fall ist dieser Wert dann ein Strom!

10.2.4.1.5.4.6 :PLT?	FSLT?	Plts
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:PLT?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:PLT?/qonly/
 SHORT: FSLT?/qonly/
 ID: Plts

Liest den P_{lt} Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.7 :PMOMentary?	FSMS?	Pms
------------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce: PMOMentary?/qonly/ <list>|
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce: PMOMentary?/qonly/ <list>
 SHORT: FSMS?/qonly/ <list>
 ID: Pms

Liest den momentanen Flickerpegel der Quelle. Dieser Wert wird als 'Ps' angezeigt. Nach jedem Frame (16 Perioden) kann man bis zu 32 Werte auslesen. Die kleinsten und größten Werte der Liste sind 0 und 31.

10.2.4.1.5.4.8 :PST?	FSST?	Psts
-----------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:PST?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:FLICkEr:SOURce:PST?/qonly/
 SHORT: FSST?/qonly/
 ID: Psts

Liest den P_{st} Wert der Quelle.

10.2.4.1.5.4.9 :RESult?	FSRE?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICker:SOURce:RESult?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:FLICker:SOURce:RESult?/qonly/
 SHORT: FSRE?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Resultat der Flickermessung der Quelle. Es wird eine long-Zahl mit folgenden Bits zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (=irgendeine der nachfolgenden Auswertungen war nicht in Ordnung). Andernfalls gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn mindestens ein $P_{st} > 1.0$ war, andernfalls gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn der P_{It} am Ende der Messung > 0.65 war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn $d_{max} > 4\%$ war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn $d(t)$ für mehr als 200ms $> 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.
- Bit 5: Gesetzt, wenn $d_c > 3\%$ war. Andernfalls gelöscht.

10.2.4.1.5.5 :STATe?	FSTA?
-----------------------------	--------------

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		:FLICker →	[:EUTest]
:MEMory		:FREQuency	:LTRemain
:READ →		:HARMonics	:PHWave
:SENSe		:POWer	:SOURce
:SOURce		:RESistance	:STATe
:STATus		:VARiable	:STRemain
:SYSTem		[:VOLTage]	
:TRIGger			

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICker:STATe?/qonly/ | :READ[:SCALar]:FLICker:STATe?/qonly/
 SHORT: FSTA?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Status der Flickermessung. Er wird als long-Zahl zurückgegeben. Die Bits haben folgende Bedeutung:

- 0: Reset
- 1: Wait
- 2: Run
- 3: Stop

10.2.4.1.5.6 :STRemain?	FSTR?
--------------------------------	--------------

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat          :CYCLe
:INITiate        :DINPut
:INPut           :ENERgy
:INSTrument      :FLICKer →      [:EUTest]
:MEMory          :FREQuency      :LTRemain
:READ →        :HARMonics      :PHWave
:SENSe          :POWer          :SOURce
:SOURce         :RESistance     :STATe
:STATus         :VARIABLE      :STRemain
:SYSTem         [:VOLTage]
:TRIGger

```

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FLICKer:STRemain?/qonly/ | :READ[:SCALar]:FLICKer:STRemain?/qonly/

SHORT: FSTR?/qonly/

ID: no ID defined

Liest die Restlaufzeit bis zum Ende des P_{st} Zyklus in Sekunden.

10.2.4.1.6 FREQuency

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat          :CYCLe
:INITiate        :DINPut
:INPut           :ENERgy
:INSTrument      :FLICKer
:MEMory          :FREQuency →      :FINPut
:READ →        :HARMonics      [:SSource]
:SENSe          :POWer
:SOURce         :RESistance
:STATus         :VARIABLE
:SYSTem         [:VOLTage]
:TRIGger

```

10.2.4.1.6.1 :FINPut?	DIFQ?	DigFrq
------------------------------	--------------	---------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FREQuency:FINPut?/qonly/ |

:READ[:SCALar]:FREQuency:FINPut?/qonly/

SHORT: DIFQ?/qonly/

ID: DigFrq

Liest den Wert des Frequenzeinganges der Prozeßsignalschnittstelle.

10.2.4.1.6.2 :SSource?	FREQ?	f
-------------------------------	--------------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:FREQuency[:SSource]?/qonly/ |

:READ[:SCALar]:FREQuency[:SSource]? \f if/qonly/

SHORT: FREQ?/qonly/

ID: f

Liest die Frequenz der Synchronisationsquelle

10.2.4.1.7 :HARMonics

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLe
:INITiate      :DINPut
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer
:MEMory        :FREQuency
:READ →      :HARMonics → :AMPower
:SENSe        :POWer      :APFactor
:SOURce       :RESistance :CDResult
:STATus       :VARiable   :CURRent
:SYSTem       [:VOLTage]  [:VOLTage]
:TRIGger

```

10.2.4.1.7.1 :AMPower?

HPAV?

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLe
:INITiate      :DINPut
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer
:MEMory        :FREQuency
:READ →      :HARMonics → :AMPower
:SENSe        :POWer      :APFactor
:SOURce       :RESistance :CDResult
:STATus       :VARiable   :CURRent
:SYSTem       [:VOLTage]  [:VOLTage]
:TRIGger

```

SCPI: :FETCH[:SCALar]:HARMonics:AMPower?/qonly/ |

:READ[:SCALar]:HARMonics:AMPower?/qonly/

SHORT: HPAV?/qonly/

ID: no ID defined

Liest die maximale geglättete Leistung.

10.2.4.1.7.2 :APFactor?

HPFM?

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCH →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat        :CYCLe
:INITiate      :DINPut
:INPut         :ENERgy
:INSTrument    :FLICKer
:MEMory        :FREQuency
:READ →      :HARMonics → :AMPower
:SENSe        :POWer      :APFactor
:SOURce       :RESistance :CDResult
:STATus       :VARiable   :CURRent

```

```
:SYSTem          [:VOLTage]      [:VOLTage]
:TRIGger
```

```
SCPI:  :FETCh[:SCALar]:HARMonics:APFactor?/qonly/ |
        :READ[:SCALar]:HARMonics:APFactor?/qonly/
SHORT: HPFM?/qonly/
ID:     no ID defined
```

Liest den maximalen geglätteten Leistungsfaktor.

10.2.4.1.7.3 :CDResult? HENS?

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat          :CYCLe
:INITiate        :DINPut
:INPut           :ENERgy
:INSTrument      :FLICKer
:MEMory          :FREQuency
:READ →        :HARMonics → :AMPower
:SENSe           :POWer         :APFactor
:SOURce          :RESistance    :CDResult
:STATus          :VARIable       :CURRent
:SYSTem          [:VOLTage]      [:VOLTage]
:TRIGger
```

```
SCPI:  :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CDResult?/qonly/ |
        :READ[:SCALar]:HARMonics:CDResult?/qonly/
SHORT: HENS?/qonly/
ID:     no ID defined
```

Liest das Klasse D Testergebnis der Harmonischen Messung. Es wird eine long-Zahl mit folgender Bedeutung zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung ist (= wenn einer der nachfolgenden Punkte nicht in Ordnung ist). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn der Strom für <95% der Zeit unter der positiven speziellen Einhüllenden war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn der Strom für <95% der Zeit unter der negativen speziellen Einhüllenden war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt bei $P > 600W$. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.4 :CURRent

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh →      [:SCALar] →      :CURRent
:FORMat          :CYCLe
:INITiate        :DINPut
:INPut           :ENERgy
:INSTrument      :FLICKer
:MEMory          :FREQuency
```

:READ →	:HARMonics →	:AMPower	
:SENSe	:POWer	:APFactor	
:SOURce	:RESistance	:CDResult	
:STATus	:VARiable	:CURRent →	:AAMPLitude
:SYSTem	[:VOLTage]	[:VOLTage]	:AFUNdamental
:TRIGger			:AMPLitude
			:GFResult
			:LIMit
			:LTResult
			:OLIMit
			:PHASe
			:POHarmonics
			:POLimit
			:SAverage
			:SMOothed
			:STATe
			:THARmonic
			:THDistortion

10.2.4.1.7.4.1 :AAMPLitude?	HIAV?	laver
------------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AAMPLitude?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AAMPLitude?/qonly/ <list>
 SHORT: HIAV?/qonly/ <list>
 ID: laver

Liest die mittlere Amplitude der Harmonischen des Stromes . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40.

10.2.4.1.7.4.2 :AFUNdamental?	HIFM?	
--------------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AFUNdamental?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AFUNdamental?/qonly/
 SHORT: HIFM?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den maximale gemittelten Grundschwingungsstrom im CE-HRM Modus.

10.2.4.1.7.4.3 :AMPLitude?	HIAM?	lh
-----------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AMPLitude?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:AMPLitude?/qonly/ <list>
 SHORT: HIAM?/qonly/ <list>
 ID: lh

Liest die Amplitude der Harmonischen des Stromes . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40 im CE-HRM bzw. 0 und 99 im HRM100 Modus

10.2.4.1.7.4.4 :GFResult?	HIGF?	
----------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:GFResult?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:GFResult?/qonly/
 SHORT: HIGF?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Endergebnis der Stromüberwachung im CE-HRM Modus. Es wird als long-Zahl zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn irgendeine Harmonische >100% des erlaubten Limits war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn eine fluktuierende Harmonische für mehr als 10% eines 2.5 Minuten-Fensters zwischen 100% und 150% war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn die Grenzwertbewertung nicht eindeutig ist (mit '?'). Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn die gemessene Leistung > 110% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 5: Gesetzt, wenn der gemessene Leistungsfaktor > 110% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 6: Gesetzt, wenn der gemessene Grundswingungsstrom > 110% des definierten Grundswingungsstromes ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 7: Gesetzt, wenn die gemessene Leistung < 90% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 8: Gesetzt, wenn der gemessene Leistungsfaktor < 90% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 9: Gesetzt, wenn der gemessene Grundswingungsstrom < 90% des definierten Grundswingungsstromes ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 10: Gesetzt, wenn irgendeine Harmonische > 150% der Grenzwerte ist. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.4.5 :LIMit?	HILM?	IL
-------------------------------	--------------	-----------

```
SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LIMit?/qonly/ <list> |
      :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LIMit?/qonly/ <list>
SHORT: HILM?/qonly/ <list>
ID: IL
```

Liest die Grenzwerte der harmonischen des Stromes im CE-HRM Modus. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40.

10.2.4.1.7.4.6 :LTResult?	HILT?	
----------------------------------	--------------	--

```
SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LTResult?/qonly/ <list> |
      :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:LTResult?/qonly/ <list>
SHORT: HILT?/qonly/ <list>
ID: no ID defined
```

Liest das Langzeitergebnis der Stromharmonischen im CE-HRM Modus. Dieses ist ein Array von 2 long-Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes

der ersten 41 Bits (von 0 bis 40) zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 1.

10.2.4.1.7.4.7 :OLIMit?	HIOV?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:OLIMit?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:OLIMit?/qonly/ <list>
 SHORT: HIOV?/qonly/ <list>
 ID: no ID defined

Liest das aktuelle Ergebnis der Stromharmonischen im CE-HRM Modus. Dieses ist ein Array von 2 long-Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes der ersten 41 Bits (von 0 bis 40) zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 1.

10.2.4.1.7.4.8 :PHASE?	HIPH?	IP
-------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:PHASE?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:PHASE?/qonly/ <list>
 SHORT: HIPH?/qonly/ <list>
 ID: IP

Liest die Phase der Harmonischen des Stromes . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 99.

10.2.4.1.7.4.9 :POHarmonic?	HPOC?	Ipohc
------------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POHarmonic?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POHarmonic?/qonly/
 SHORT: HPOC?/qonly/
 ID: Ipohc

Liest den Teil-Oberschwingungstrom der ungeraden Harmonischen.

10.2.4.1.7.4.10 :POLimit?	HLIP?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POLimit?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:POLimit?/qonly/
 SHORT: HLIP?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Teil-Oberschwingungstrom der ungeraden Harmonischen, die aus den Grenzwerten am Ende der Messung berechnet werden.

10.2.4.1.7.4.11 :SAverage?	HIAS?
-----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SAverage?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SAverage?/qonly/

SHORT: HIAS?/qonly/
ID: no ID defined

Liest den gemittelten, geglätteten Eingangsstrom.

10.2.4.1.7.4.12 :SMOothed?	HIMA?
-----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SMOothed?/qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:SMOothed?/qonly/
SHORT: HIMA?/qonly/
ID: no ID defined

Liest den geglätteten Eingangsstrom.

10.2.4.1.7.4.13 :STATE?	HIST?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:STATE?/qonly/ |
:READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:STATE?/qonly/
SHORT: HIST?/qonly/
ID: no ID defined

Liest das aktuelle Ergebnis der Stromüberwachung im CE-HRM Modus. Es wird als long-Zahl zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn irgendeine Harmonische >100% des erlaubten Limits war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn eine fluktuierende Harmonische für mehr als 10% eines 2.5 Minuten-Fensters zwischen 100% und 150% war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn die Grenzwertbewertung nicht eindeutig ist (mit '?'). Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn die gemessene Leistung > 110% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 5: Gesetzt, wenn der gemessene Leistungsfaktor > 110% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 6: Gesetzt, wenn der gemessene Grundschiebungsstrom > 110% des definierten Grundschiebungsstromes ist. Ansonsten gelöscht. Dies ist nur eine Warnung, kein Fehler.
- Bit 7: Gesetzt, wenn die gemessene Leistung < 90% der definierten Leistung ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 8: Gesetzt, wenn der gemessene Leistungsfaktor < 90% des definierten Leistungsfaktors ist. Ansonsten gelöscht.
- Bit 9: Gesetzt, wenn der gemessene Grundschiebungsstrom < 90% des definierten Grundschiebungsstromes ist. Ansonsten gelöscht.

Bit 10: Gesetzt, wenn irgendeine Harmonische > 150% der Grenzwerte ist. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.4.14 :THARmonic?	HTHC?	lthc
------------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:THARmonic?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:THARmonic?/qonly/
 SHORT: HTHC?/qonly/
 ID: lthc

Liest den Gesamt-Oberschwingungsstrom

10.2.4.1.7.4.15 :THDistort?	HIHD?	lthd
------------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics:CURRent:THDistort?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics:CURRent:THDistort?/qonly/
 SHORT: HIHD?/qonly/
 ID: lthd

Liest den Klirrfaktor des Stromes.

10.2.4.1.7.5 [:VOLTage]

:CALCulate		
:DISPlay		
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent
:FORMat		:CYCLe
:INITiate		:DINPut
:INPut		:ENERgy
:INSTrument		:FLICKer
:MEMory		:FREQuency
:READ →	:HARMonics →	:AMPower
:SENSe	:POWer	:APFactor
:SOURce	:RESistance	:CDResult
:STATus	:VARiable	:CURRent
:SYSTem	[:VOLTage]	[:VOLTage] →
:TRIGger		:AMPLitude
		:GFResult
		:LIMit
		:LTResult
		:MAMPLitude
		:OLIMit
		:PHASe
		:STATe
		:THDistortion

10.2.4.1.7.5.1 :AMPLitude?	HUAM?	Uh
-----------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:AMPLitude?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:AMPLitude?/qonly/ <list>
 SHORT: HUAM?/qonly/ <list>
 ID: Uh

Liest die Amplitude der Harmonischen der Spannung . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40 im CE-HRM bzw. 0 und 99 im HRM100 Modus

10.2.4.1.7.5.2 :GFResult?	HUGF?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:GFResult?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:GFResult?/qonly/
 SHORT: HUGF?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Endergebnis der Spannungsüberwachung im CE-HRM Modus. Es wird als long-Zahl zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn irgendeine Spannungsharmonische >100% des Limit war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn die Amplitude der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn die Frequenz der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn der Crest-Faktor nicht innerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.5.3 :LIMit?	HULM?	UL
-------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LIMit?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LIMit?/qonly/ <list>
 SHORT: HULM?/qonly/ <list>
 ID: UL

Liest die Grenzwerte der harmonischen der Spannung im CE-HRM Modus Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40.

10.2.4.1.7.5.4 :LTResult?	HULT?
----------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LTResult?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:LTResult?/qonly/ <list>
 SHORT: HULT?/qonly/ <list>
 ID: no ID defined

Liest das Langzeitergebnis der Spannungsharmonischen im CE-HRM Modus. Dieses ist ein Array von 2 long-Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes der ersten 41 Bits (von 0 bis 40) zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 1.

10.2.4.1.7.5.5 :MAMPlitude?	HUMX?	UMax
------------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:MAMPlitude?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:MAMPlitude?/qonly/ <list>
 SHORT: HUMX?/qonly/ <list>
 ID: UMax

Liest die maximale Amplitude der Harmonischen der Spannung . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 40.

10.2.4.1.7.5.6 :OLIMit?	HUOV?
--------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:OLIMit?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:OLIMit?/qonly/ <list>
 SHORT: HUOV?/qonly/ <list>
 ID: no ID defined

Liest das aktuelle Ergebnis der Spannungsharmonischen im CE-HRM Modus. Dieses ist ein Array von 2 long-Zahlen, so daß man ein 64Bit Ergebnis bekommt, wenn man beide ausliest. Jedes der ersten 41 Bits (von 0 bis 40) zeigt an, ob die Harmonische mindestens einmal die Grenzwerte verletzt hat. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 1.

10.2.4.1.7.5.7 :PHASe?	HUPH?	UP
-------------------------------	--------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:PHASe?/qonly/ <list> |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:PHASe?/qonly/ <list>
 SHORT: HUPH?/qonly/ <list>
 ID: UP

Liest die Phase der Harmonischen der Spannung . Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 99.

10.2.4.1.7.5.8 :STATE?	HUST?
-------------------------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:STATE?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:STATE?/qonly/ |
 SHORT: HUST?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das aktuelle Ergebnis der Spannungsüberwachung im CE-HRM Modus. Es wird als long-Zahl zurückgegeben:

- Bit 0: Gesetzt, wenn die Gesamtauswertung nicht in Ordnung war (=einer der nachfolgenden Tests nicht in Ordnung war). Ansonsten gelöscht.
- Bit 1: Gesetzt, wenn irgendeine Spannungsharmonische >100% des Limit war. Ansonsten gelöscht.
- Bit 2: Gesetzt, wenn die Amplitude der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 3: Gesetzt, wenn die Frequenz der Spannung außerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.
- Bit 4: Gesetzt, wenn der Crest-Faktor nicht innerhalb der Norm lag. Ansonsten gelöscht.

10.2.4.1.7.5.9 :THDistort?	HUHD?	Uthd
-----------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:THDistort?/qonly/ |
 :READ[:SCALar]:HARMonics[:VOLTage]:THDistort?/qonly/
 SHORT: HUHD?/qonly/
 ID: Uthd

Liest den Klirrfaktor der Spannung.

10.2.4.1.8 :POWer

:CALCulate			
:DISPlay			
:FETCh →	[:SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTRument		:FLICKer	
:MEMory		:FREQuency	
:READ →		:HARMonics	
:SENSe		:POWer →	:AACTive
:SOURce		:RESistance	:AAPParent
:STATus		:VARiable	[:ACTive]
:SYSTem		[:VOLTage]	:APParent
:TRIGger			:AREActive
			:FSCale
			:ICAPacity
			:PFACTOR
			:PHASe
			:REACTive

10.2.4.1.8.1 :AACTive?	PM?	Pm
-------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWER:AACTive?/qonly/ | :READ[:SCALar]:POWER:AACTive?/qonly/
 SHORT: PM?/qonly/
 ID: Pm

Liest die mittlere Wirkleistung.

10.2.4.1.8.2 :AAPParent?	SM?	Sm
---------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWER:AAPParent?/qonly/ | :READ[:SCALar]:POWER:AAPParent?/qonly/
 SHORT: SM?/qonly/
 ID: Sm

Liest die mittlere Scheinleistung.

10.2.4.1.8.3 [:ACTive]?	P?	P
--------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALar]:POWER[:ACTive]?/qonly/ | :READ[:SCALar]:POWER[:ACTive]?/qonly/
 SHORT: P?/qonly/
 ID: P

Liest die Wirkleistung.

10.2.4.1.8.4 :APParent?	S?	S
--------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:APParent?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:APParent?/qonly/
 SHORT: S?/qonly/
 ID: S

Liest die Scheinleistung.

10.2.4.1.8.5 :AREactive?	QM?	Qm
---------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:AREactive?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:AREactive?/qonly/
 SHORT: Q?/qonly/
 ID: Qm

Liest die mittlere Blindleistung.

10.2.4.1.8.6 :FSCale?	FSP?	
------------------------------	-------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:FSCale?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:FSCale?/qonly/
 SHORT: FSP?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Full Scale der Leistung.

10.2.4.1.8.7 :ICAPacity?	INCA?	
---------------------------------	--------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:ICAPacity?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:ICAPacity?/qonly/
 SHORT: INCA?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Status des inca Flag. Es zeigt an, ob ein System induktiv oder kapazitiv ist.. Es wird eine long-Zahl mit folgender Bedeutung zurückgegeben:

+1 inductive
 0 undefined
 -1 capacitive

10.2.4.1.8.8 :PFACtor?	PF?	PF
-------------------------------	------------	-----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:PFACtor?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:PFACtor?/qonly/
 SHORT: PF?/qonly/
 ID: PF

Liest den Leitungsfaktor.

10.2.4.1.8.9 :PHASe?	PHI?	PHI
-----------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:PHASe?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:PHASe?/qonly/
 SHORT: PHI?/qonly/
 ID: PHI

Liest die Phase zwischen Strom und Spannung.

10.2.4.1.8.10 :REActive?	Q?	Q
---------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:POWer:REACTive?/qonly/ | :READ[:SCALAr]:POWer:REACTive?/qonly/
 SHORT: Q?/qonly/
 ID: Q

Liest die Blindleistung.

10.2.4.1.9 :RESistance

:CALCulate		
:DISPlay		
:FETCh →	[:SCALAr] →	:CURRent
:FORMat		:CYCLe
:INITiate		:DINPut
:INPut		:ENERgy
:INSTrument		:FLICKer
:MEMory		:FREQuency
:READ →		:HARMonics
:SENSe		:POWer
:SOURce	:RESistance →	:ASResist
:STATus	:VARIable	:IMPedance
:SYSTem	[:VOLTage]	:RSIMPedance
:TRIGger		

10.2.4.1.9.1 :ASResist?	RSER?	Rser
--------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:RESistance:ASResist?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:RESistance:ASResist?/qonly/
 SHORT: RSER?/qonly/
 ID: Rser

Liest den seriellen Wirkwiderstand.

10.2.4.1.9.2 :IMPedance?	Z?	Z
---------------------------------	-----------	----------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:RESistance:IMPedance?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:RESistance:IMPedance?/qonly/
 SHORT: Z?/qonly/
 ID: Z

Liest den Scheinwiderstand.

10.2.4.1.9.3 :RSIMPedance?	XSER?	Xser
-----------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALAr]:RESistance:RSIMPedance?/qonly/ |
 :READ[:SCALAr]:RESistance:RSIMPedance?/qonly/
 SHORT: XSER?/qonly/
 ID: Xser

Liest den seriellen Blindwiderstand.

10.2.4.1.10 :VARIable?**VAR?**

:CALCulate		
:DISPlay		
: FE TCh →	[:SCALar] →	:CURRent
:FORMat		:CYCLe
:INITiate		:DINPut
:INPut		:ENERgy
:INSTrument		:FLICKer
:MEMory		:FREQuency
: RE AD →		:HARMonics
:SENSe		:POWer
:SOURce		:RESistance
:STATus		: VAR iable →
:SYSTem		[:VOLTage]
:TRIGger		

SCPI: :FETCh[:SCALar]:VARIable?/qonly/ <list> | :READ[:SCALar]:VARIable?/qonly/ <list>

SHORT: VAR?/qonly/ <list>

ID: Die ID ist der Name, den der Anwender vergeben hat. Wenn beispielsweise eine Formel 'abc=Utrms*2;' angelegt wurde, wäre 'abc' die ID.

Liest den Wert der benutzerdefinierten Variablen. Der kleinste bzw. größte anforderbare Wert ist 0 und 7.

10.2.4.1.11 [:VOLTage]

:CALCulate			
:DISPlay			
: FE TCh →	[:SCALar] →	:CURRent	
:FORMat		:CYCLe	
:INITiate		:DINPut	
:INPut		:ENERgy	
:INSTrument		:FLICKer	
:MEMory		:FREQuency	
: RE AD →		:HARMonics	
:SENSe		:POWer	
:SOURce		:RESistance	
:STATus		:VARIable	
:SYSTem		[:VOLTage] →	:AC
:TRIGger			:AINPut
			:CFACtor
			:DC
			:FFACtor
			:INRush
			:MAXPk
			:MINPk
			:PPEak
			:RECTify
			:RUSed
			[:TRMS]

10.2.4.1.11.1 :AC?**UAC?****Uac**

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:AC?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:AC?/qonly/

SHORT: UAC?/qonly/

ID: Uac

Liest den AC Wert der Spannung.

10.2.4.1.11.2 :AINPut?	AIVA?	Ain
-------------------------------	--------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:AINPut?/qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:AINPut?/qonly/
SHORT: AIVA?/qonly/
ID: Ain

Liest die Spannung des Analogeingangs der Prozeßsignalschnittstelle. Mit <list> werden die Kanäle spezifiziert.

10.2.4.1.11.3 :CFACtor?	UCF?	Ucf
--------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:CFACtor?/qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:CFACtor?/qonly/
SHORT: UCF?/qonly/
ID: Ucf

Liest den Crest Faktor der Spannung.

10.2.4.1.11.4 :DC?	UDC?	Udc
---------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:DC?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:DC?/qonly/
SHORT: UDC?/qonly/
ID: Udc

Liest den DC Wert der Spannung.

10.2.4.1.11.5 :FFACtor?	UFF?	Uff
--------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:FFACtor?/qonly/ |
:READ[:SCALar][:VOLTage]:FFACtor?/qonly/
SHORT: UFF?/qonly/
ID: Uff

Liest den Form Faktor der Spannung.

10.2.4.1.11.6 :FSCale?	FSU?	
-------------------------------	-------------	--

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:FSCale?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:FSCale?/qonly/
SHORT: FSU?/qonly/
ID: no ID defined

Liest den Full Scale Wert der Spannung.

10.2.4.1.11.7 :MAXPk?	UMAX?	Upkp
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:MAXPk?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:MAXPk?/qonly/
 SHORT: UMAX?/qonly/
 ID: Upkp

Liest die maximale Spannung.

10.2.4.1.11.8 :MINPk?	UMIN?	Upkn
------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:MINPk?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:MINPk?/qonly/
 SHORT: UMIN?/qonly/
 ID: Upkn

Liest die minimale Spannung.

10.2.4.1.11.9 :PPEak?	UPP?	Upp
------------------------------	-------------	------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:PPEak?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:PPEak?/qonly/
 SHORT: UPP?/qonly/
 ID: Upp

Liest den Spitze-Spitze Wert der Spannung.

10.2.4.1.11.10 :RECTify?	UREC?	Urect
---------------------------------	--------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:RECTify?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:RECTify?/qonly/
 SHORT: UREC?/qonly/
 ID: Urect

Liest den Gleichrichtwert der Spannung.

10.2.4.1.11.11 :RUSed?	OVRU?	OvrU
-------------------------------	--------------	-------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage]:RUSed?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage]:RUSed?/qonly/
 SHORT: OVRU?/qonly/
 ID: OvrU

Liest die prozentuale Aussteuerung des Meßkanals

10.2.4.1.11.12 [:TRMS?]	UTRMS?	Utrms
--------------------------------	---------------	--------------

SCPI: :FETCh[:SCALar][:VOLTage][:TRMS]?/qonly/ | :READ[:SCALar][:VOLTage][:TRMS]?/qonly/
 SHORT: UTRMS?/qonly/
 ID: Utrms

Liest den Effektivwert der Spannung.

10.2.5 :FORMat

Hier wird das Ausgabeformat eingestellt.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat → :DATA
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.5.1 :DATA

FRMT

```
SCPI: :FORMat:DATA/nquery/ <NRi>
SHORT: FRMT/nquery/ <NRi>
ID: no ID defined
```

Definiert das Ausgabeformat der Daten. Der Parameter kann sein:

‘0’ oder ‘ASCII’ für ASCII Ausgaben [*RST default value]

‘1’ oder ‘PACKED’ für komprimierte Ausgaben.

Bei der komprimierten Ausgabe werde die Daten im defined length arbitrary block response data Format ausgegeben. Wenn mehr Daten ausgegeben werden sollen, als die internen Puffer fassen können, werden mehrere Blöcke direkt hintereinander gehängt. Es können prinzipiell nur 3 Datentypen in der Antwort auftauchen: Strings, long-Zahlen (4Byte) und float-Zahlen (4Byte). Die numerischen Datentypen werden so übertragen, daß sie direkt im PC abgespeichert werden können. Die Zahl 0x11223344 wird bei der Übertragung in der Reihenfolge 0x44 0x33 0x22 0x11 übertragen. Dies entspricht der Art, wie Intel Prozessoren intern die Daten speichern. Wenn man also eine solche Zahl einlesen möchte, kann man die einlaufenden Daten einfach per (char) Pointer vom Eingangspuffer in die Variable für die Zahl kopieren.

Das Ausgabeformat wechselt erst am Ende der Program Message!

10.2.6 :INITiate commands

Hier kann man spezielle Aktionen starten und stoppen.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate → :CONTinuous
:INPut :COPY
```

```

:INSTRument      :IMMediate
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger

```

10.2.6.1 :CONTInuous CONT

```

SCPI:  :INITiate:CONTInuous <NRi>
SHORT: CONT <NRi>
ID:    no ID defined

```

Dieses Kommando aktiviert oder deaktiviert eine kontinuierliche Verarbeitung des mit :TRIGger:ACTion oder ACTN definierten Ausdrucks. Es sollten nur :FETCh Kommandos benutzt werden, da bei einer aktivierten Verarbeitung automatisch ein :INITiate:IMMediate am Ende jedes Meßzyklus durchgeführt wird.

Parameter:

‘ON’ oder ‘1’ aktiviert die Bearbeitung

‘OFF’ oder ‘0’ deaktiviert die Bearbeitung [*RST default value]

Die Normen definieren, daß der aktivierte Zustand nur über ein device clear Kommando an das Interface beendet werden kann. Das funktioniert auch bei diesem Meßgerät so. Zusätzlich kann man aber auch ein :INITiate:CONTInouse OFF oder CONT OFF schicken.

10.2.6.2 :COPY COPY

```

SCPI:  :INITiate:COPY/nquery/
SHORT: COPY/nquery/
ID:    no ID defined

```

Die Meßwerte im Interfacepuffer werden sofort aktualisiert, und nicht am Ende des Meßzyklus (siehe auch 10.2.6.3, ‘:IMMediate INIM’).

10.2.6.3 :IMMediate INIM

```

SCPI:  :INITiate:IMMediate/nquery/
SHORT: INIM/nquery/
ID:    no ID defined

```

Die Meßwerte im Interfacepuffer werden aktualisiert. Generell mißt das Meßgerät kontinuierlich. Nach jedem Meßzyklus werden die Werte in den Anzeigepuffer kopiert. Die Werte, die mittels der :FETCh Kommandos ausgelesen werden, werden dem Interfacepuffer entnommen. Dieser wird immer dann mit den aktuellen Meßwerten versorgt, wenn das INIM Kommando bearbeitet wird. Dadurch ist sichergestellt, daß alle Werte, die nacheinander mit

:FETCh Kommandos abgerufen werden, aus einem Meßzyklus stammen und zueinander passen.

Bitte beachten!

Die Ausführung dieses Kommandos dauert bis zum Ende des aktuellen Meßzyklus. Je nach Zykluszeit kann das entsprechend lange dauern. Dies ist vor allem bei der Benutzung von Time Outs zu beachten, wenn man auf den nächsten Meßwert wartet!

10.2.7 :INPut

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut →      :COUPling
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger
```

10.2.7.1 :COUPling

SCPL

```
SCPI:      :INPut:COUPling <NRi>
SHORT: SCPL <NRi>
ID:       no ID defined
```

Liest und setzt die Einstellung für die Signalkopplung . Der *RST default value ist 0. Erlaubte Werte sind:

‘0’ oder ‘ACDC’ für AC+DC Kopplung
 ‘1’ für AC Kopplung

10.2.8 :INSTrument commands

Hier werden grundlegende Geräteeinstellungen vorgenommen.

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTrument → :SElect
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
```

:TRIGger

10.2.8.1 :SElect	MODE
-------------------------	-------------

SCPI: :INSTrument:SElect <NRi>
 SHORT: MODE <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt dem Meßmodus:

- '0' oder 'NORML' für normalen Meßmodus [*RST default value]
- '1' oder 'CEHRM' für CE Harmonischen Modus
- '2' oder 'CEFLK' für CE Flicker Modus
- '3' oder 'HRMHUN' für 100 Harmonischen Modus
- '4' oder 'TRANS' für Transientenmodus

10.2.9 :MEMory commands

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut :
 :INSTrument
 :MEMory → :FREeze
 :READ
 :SENSe
 :SOURce
 :STATus
 :SYSTem
 :TRIGger

10.2.9.1 :FREeze	FRZ
-------------------------	------------

SCPI: :MEMory:FREeze <NRi>
 SHORT: FRZ <NRi>
 ID: no ID defined

Einfrieren des Scope Speichers. Die Oszilloskopfunktion verfügt über so viel Speicher, daß dieser nicht in den Interfacepuffer kopiert werden kann. Aus diesem Grunde sollte man FRZ auf ON setzen, wenn man die Abtastwerte auslesen möchte. Parameter:

- 'ON' oder '1' aktiviert den Modus
- 'OFF' oder '0' deaktiviert den Modus [*RST default value]

10.2.10 :SENSe commands

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut :
 :INSTrument

```

:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut
:SOURce        :AVERage
:STATus        :CURRent
:SYSTem        :FILTer
:TRIGger       :FINPut
               :FLICker
               :HARMonics
               :INTegral
               :SWEep
               :TRANsient
               :VOLTage
               :WAVEform

```

10.2.10.1 :AINPut

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut        :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →      :AINPut →      :FSCale
:SOURce        :AVERage        :ZERO
:STATus        :CURRent
:SYSTem        :FILTer
:TRIGger       :FINPut
               :FLICker
               :HARMonics
               :INTegral
               :SWEep
               :TRANsient
               :VOLTage
               :WAVEform

```

10.2.10.1.1 :FSCale	AIHI
----------------------------	-------------

```

SCPI: :SENSe:AINPut:FSCale <NRf>
SHORT: AIHI <NRf>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt den Full Scale des Analog Eingangs . Der *RST default value ist 10.

10.2.10.1.2 :ZERO	AILO
--------------------------	-------------

```

SCPI: :SENSe:AINPut:ZERO <NRf>
SHORT: AILO <NRf>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt den Nullpunkt des Analog Eingangs . Der *RST default value ist 0.

10.2.10.2 :AVERage

```

:CALCulate

```

```

:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage →   :COUNT
:STATus     :CURRent
:SYSTEM     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform

```

10.2.10.2.1 :COUNT	AVER	Aver
---------------------------	-------------	-------------

```

SCPI:   :SENSe:AVERage:COUNT <NRi>
SHORT:  AVER <NRi>
ID:     Aver

```

Liest und setzt die Mittelung . Gültige Werte sind 1 bis 16. Der *RST default value ist 1.

10.2.10.3 :CURRent

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent →   :DETEctor
:SYSTEM     :FILTer      :RANGe
:TRIGger    :FINPut      :SCALe
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform

```

10.2.10.3.1 :DETEctor	IEXT	
------------------------------	-------------	--

```

SCPI:   :SENSe:CURRent:DETEctor <NRi>
SHORT:  IEXT <NRi>
ID:     no ID defined

```

Liest und setzt die Einstellung für den internen/externen Stromeingang:
 '0' oder 'INT' für internen Stromeingang [*RST default value]
 '1' oder 'EXT' für externen Stromeingang (Shunt-Spannungseingang)

10.2.10.3.2 :RANGe

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →    :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent → :DETEctor
:SYSTem     :FILTer      :RANGe →    :AUTO
:TRIGger    :FINPut      :SCALE     [:UPPer]
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform
```

10.2.10.3.2.1 :AUTO IAM

```
SCPI: :SENSe:CURRent:RANGe:AUTO <NRi>
SHORT: IAM <NRi>
ID:    no ID defined
```

Liest oder setzt den Autorange Status des Stromes
 '0' oder 'MANUAL' für manuellen Meßbereich
 '1' oder 'AUTO' für automatischen Meßbereich [*RST default value]

10.2.10.3.2.2 [:UPPer] IRNG RngI

```
SCPI: :SENSe:CURRent:RANGe[:UPPer] <NRf>
SHORT: IRNG <NRf>
ID:    RngI
```

Liest und setzt dem Meßbereich des Stromkanals. Der Parameter ist der Nennwert des jeweiligen Meßbereichs. Es keinen *RST default value.

10.2.10.3.3 :SCALE ISCA lscal

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
```

```

:INPut      :
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent →   :DETEctor
:SYSTem     :FILTer      :RANGe
:TRIGger    :FINPut      :SCALE
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform

```

```

SCPI:  :SENSe:CURRent:SCALE <NRf>
SHORT: ISCA <NRf>
ID:    lscal

```

Liest und setzt die Skalierung des Stromkanals. Der *RST default value ist 1.0.

10.2.10.4 :FILTer

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer →   [:LPASs]
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform

```

10.2.10.4.1 [:LPASs]

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut

```

```

:SOURce      :AVERage
:STATus      :CURRent
:SYSTem      :FILTer →      [:LPASs] →      [:STATe]
:TRIGger     :FINPut
             :FLICKer
             :HARMonics
             :INTEgral
             :SWEep
             :TRANsient
             :VOLTage
             :WAVEform

```

10.2.10.4.1.1 [:STATe] FILT

```

SCPI:  :SENSe:FILTer[:LPASs][:STATe] <NRi>
SHORT: FILT <NRi>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt die Filter-Einstellungen:

```

0:    Filter aus [*RST default value]
1:    AAF an
2:    Tiefpaß '2kHz' an
3:    Tiefpaß '9.2kHz' an
4:    Tiefpaß '60Hz' an
5:    Tiefpaß '18kHz' an
6:    Tiefpaß '6kHz' an
7:    Tiefpaß '2.8kHz' an
8:    Tiefpaß '1.4kHz' an
11:   Tiefpaß '175Hz' an
12:   Tiefpaß '87.5Hz' an
13:   Tiefpaß '30Hz' an

```

10.2.10.5 :FINPut

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →    :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut →      :SCALE
             :FLICKer
             :HARMonics
             :INTEgral
             :SWEep
             :TRANsient
             :VOLTage

```

:WAVeform

10.2.10.5.1 :SCALE	DIFS
---------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:FINPut:SCALE <NRf>
 SHORT: DIFS <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Skalierung des Frequenzeingangs . Der *RST default value ist 1.

10.2.10.6 :FLICker

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut :
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe → :AINPut
 :SOURce :AVERage
 :STATus :CURRent
 :SYSTem :FILTer
 :TRIGger :FINPut
 :FLICker → :PERiods
 :HARMonics :STIMe
 :INTegral
 :SWEEp
 :TRANsient
 :VOLTag
 :WAVeform

10.2.10.6.1 :PERiods	FLPS	FikPer
-----------------------------	-------------	---------------

SCPI: :SENSe:FLICker:PERiods <NRf>
 SHORT: FLPS <NRf>
 ID: FikPer

Liest und setzt die Periodenzahl bei der Flickermessung. The *RST default value is 12.

10.2.10.6.2 :STIMe	FTIM
---------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:FLICker:STIMe <NRf>
 SHORT: FTIM <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Zeit für Flicker-Kurzzeitmessungen in Sekunden. Der *RST default value ist 600s (=10Minuten).

10.2.10.7 :HARMonics

:CALCulate
 :DISPlay

```

:FEtCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICkier
            :HARMonics → :REFeRence
            :INTegral     :SMOoth
            :SWEep       :TIME
            :TRANsient
            :VOLTage
            :WAVEform

```

10.2.10.7.1 :REFerence HREF

```

SCPI: :SENSe:HARMonics:REFerence <NRi>
SHORT: HREF <NRi>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt die Referenz der Harmonischen. Sie legt fest, ob der Grundschwingungsphasenwinkel von Strom oder Spannung auf 0° gesetzt wird:

‘0’ für U als Referenz [*RST default value]

‘1’ für I als Referenz

10.2.10.7.2 :SMOoth SMOO

```

SCPI: :SENSe:HARMonics:SMOoth <NRi>
SHORT: SMOO <NRi>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt den Status der Mittelung der Harmonischen:

‘0’ oder ‘OFF’ für direkte Messung [*RST default value]

‘1’ oder ‘ON’ für gemittelte Messung

10.2.10.7.3 :TIME HTIM

```

SCPI: :SENSe:HARMonics:TIME <NRf>
SHORT: HTIM <NRf>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt die Meßzeit der Harmonischen in Sekunden. Der *RST default value ist 150s (=2.5 Minuten).

10.2.10.8 :INTegral

```
:CALCulate
```

```

:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →    :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICker
            :HARMonics
            :INTEGRal → :DATE
            :SWEep      :INTERval
            :TRANsient  :MODE
            :VOLTage    :STATe
            :WAVEform   :TIME

```

10.2.10.8.1 :DATE INTD

```

SCPI: :SENSe:INTEGRal:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
SHORT: INTD <NRf>,<NRf>,<NRf>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt das Startdatum der Energiemessung. Beispiel: INTD 1998,02,09 setzt das Datum auf den 9. Februar 1998

10.2.10.8.2 :INTERval INTI

```

SCPI: :SENSe:INTEGRal:INTERval <NRf>
SHORT: INTI <NRf>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt das Zeitintervall der Energiemessung in s.

10.2.10.8.3 :MODE INTM

```

SCPI: :SENSe:INTEGRal:MODE <NRi>
SHORT: INTM <NRi>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt den Integrationsmodus:

0=aus [*RST default value]

1=continuous

2=interval

3=periodic

4=summing

10.2.10.8.4 :STATE?	INTS?
----------------------------	--------------

SCPI: :SENSe:INTEgral:STATe?/qonly/
 SHORT: INTS?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest den Status der Energiemessung. Die zurückgegebene long-Zahl bedeutet:

0=Reset
 1=Wait
 2=Start
 3=Run
 4=Stop
 5=Hold

10.2.10.8.5 :TIME	INTT
--------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:INTEgral:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
 SHORT: INTT <NRf>,<NRf>,<NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Startzeit der Energiemessung. Beispiel: INTT 19,26,49 setzt die Zeit auf 19:26:49.

10.2.10.9 :SWEep

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut :
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe → :AINPut
 :SOURce :AVERage
 :STATus :CURRent
 :SYSTem :FILTer
 :TRIGger :FINPut
 :FLICKer
 :HARMonics
 :INTEgral
 :SWEep → :TIME
 :TRANsient
 :VOLTage
 :WAVEform

10.2.10.9.1 :TIME	CYCL	Cycle
--------------------------	-------------	--------------

SCPI: :SENSe:SWEep:TIME <NRf>
 SHORT: CYCL <NRf>
 ID: Cycle

Liest und setzt die Zykluszeit in Sekunden. Der *RST default value ist 0.5s.

10.2.10.10 :TRANSient

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTEgral
            :SWEep
            :TRANSient → :ACRegister
            :VOLTage     :DURation
            :WAVEform    :LIMita
                    :LIMitb
                    :OCRegister
                    :PRETrigger
                    :RTIME
                    :SIGNal
                    :SRDT
                    :SRDY
                    :SROVer

```

10.2.10.10.1 :ACRegister	TACR
---------------------------------	-------------

```

SCPI: :SENSe:TRANSient:ACRegister <NRi>
SHORT: TACR <NRi>
ID:    no ID defined

```

Liest und setzt das UND Register des Transientenmodus. Der *RST default value ist 0.

Der Übergabeparameter bzw. der Rückgabewert sind eine long-Zahl mit folgender Bedeutung:

```

Bit 0: slewrate
Bit 1: Win In
Bit 2: Win Out
Bit 3: >Lim 1
Bit 4: <Lim 1
Bit 5: >Lim 2
Bit 6: <Lim 2

```

Die Bits werden von 0 bis 7 gezählt!

10.2.10.10.2 :DURation	TDUR
-------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:DURation <NRf>
 SHORT: TDUR <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Mindest-Ereignisdauer im Transientenmodus. Der *RST default value ist 10µs, was gleichzeitig der kleinste erlaubte Wert ist. Der größte erlaubte Wert ist 10s.

10.2.10.10.3 :LIMita	TLIA
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:LIMita <NRf>
 SHORT: TLIA <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den Grenzwert 1 des Transientenmodus. Der *RST default value ist 0.

10.2.10.10.4 :LIMitb	TLIB
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:LIMitb <NRf>
 SHORT: TLIB <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den Grenzwert 2 des Transientenmodus. Der *RST default value ist 0.

10.2.10.10.5 :OCRegister	TOCR
---------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:OCRegister <NRi>
 SHORT: TOCR <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt das ODER Register des Transientenmodus. Der *RST default value ist 0.

Der Übergabeparameter bzw. der Rückgabewert sind eine long-Zahl mit folgender Bedeutung:

Bit 0: slewrate
 Bit 1: Win In
 Bit 2: Win Out
 Bit 3: >Lim 1
 Bit 4: <Lim 1
 Bit 5: >Lim 2
 Bit 6: <Lim 2

Die Bits werden von 0 bis 7 gezählt!

10.2.10.10.6 :PRETrigger	TPRE
---------------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:PRETrigger <NRf>
 SHORT: TPRE <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den Pretrigger des Transientenmodus. Der *RST default value ist 50%.
 Erlaubte Werte liegen zwischen 0% und 100%.

10.2.10.10.7 :RTIME	TREC
----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:RTIME <NRf>
 SHORT: TREC <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Aufzeichnungsdauer im Transientenmodus. Der *RST default value ist 0.5s,
 erlaubte sind Werte von 10ms bis 60s.

10.2.10.10.8 :SIGNal	TSRC
-----------------------------	-------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:SIGNal <NRf>
 SHORT: TSRC <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Signalquelle der Transientenmodus. Der *RST default value ist 5. Erlaubte
 parameter sind:

- 1: i^2
- 3: u^2
- 5: i
- 6: u
- 7: p

10.2.10.10.9 :SRDT	TDT
---------------------------	------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:SRDT <NRf>
 SHORT: TDT <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den dt der Steilheit im Transientenmodus. Der *RST default value ist 1µs,
 erlaubt sind Werte von 1µs bis 1s.

10.2.10.10.10 :SRDY	TDU
----------------------------	------------

SCPI: :SENSe:TRANsient:SRDY <NRf>
 SHORT: TDU <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den dy der Steilheit im Transientmodus. Der *RST default value ist 1.

10.2.10.10.11 :SROVer TDX

SCPI: :SENSe:TRANSient:SROVer <NRf>
 SHORT: TDX <NRf>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den over x Parameter im Transientenmodus. Der *RST default value ist 1, erlaubte sind Werte von 1 bis 15.

10.2.10.11 :VOLTage

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTrument
:MEMory
:READ
::SENSe →  :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTegral
            :SWEep
            :TRANSient
::VOLTage →  :RANGe
:WAVEform   :SCALE
```

10.2.10.11.1 :RANGe

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTrument
:MEMory
:READ
::SENSe →  :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTegral
            :SWEep
            :TRANSient
::VOLTage →  :RANGe →  :AUTO
:WAVEform   :SCALE    [:UPPer]
```

10.2.10.11.1.1 :AUTO	UAM
-----------------------------	------------

SCPI: :SENSe:VOLTage:RANGe:AUTO <NRi>
 SHORT: UAM <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den Status des Autorange des Spannungskanals:

‘0’ oder ‘MANUEL’ für manuelle Meßbereichswahl

‘1’ oder ‘AUTO’ for automatische Meßbereichswahl [*RST default value]

10.2.10.11.1.2 [:UPPer]	URNG	RngU
--------------------------------	-------------	-------------

SCPI: :SENSe:VOLTage:RANGe[:UPPer] <NRf>
 SHORT: URNG <NRf>
 ID: RngU

Liest oder setzt den Meßbereich der Spannung. Als Parameter muß der Nennwert des Meßbereichs angegeben werden. Es existiert kein *RST default value.

10.2.10.11.2 :SCALE	USCA	Uscal
----------------------------	-------------	--------------

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut :
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe → :AINPut
 :SOURce :AVERage
 :STATus :CURRent
 :SYSTem :FILTer
 :TRIGger :FINPut
 :FLICKer
 :HARMonics
 :INTegral
 :SWEEP
 :TRANsient
 :VOLTage → :RANGe
 :WAVEform :SCALE

SCPI: :SENSe:VOLTage:SCALE <NRf>
 SHORT: USCA <NRf>
 ID: Uscal

Liest und setzt die Skalierung der Spannungsmessbereichs range. The *RST default value is 1.0.

10.2.10.12 :WAVeform

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut      :
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe →   :AINPut
:SOURce     :AVERage
:STATus     :CURRent
:SYSTem     :FILTer
:TRIGger    :FINPut
            :FLICKer
            :HARMonics
            :INTegral
            :SWEep
            :TRANsient
            :VOLTag
:WAVeform → :IUPDate
              :SATRigger
              :SBTRigger
              :SSAMples
              :WAVE

```

10.2.10.12.1 :IUPDate SACT

```

SCPI:  :SENSe:WAVeform:IUPDate/nquery/
SHORT: SACT/nquery/
ID:    no ID defined

```

Berechnet neue Informationen zu den aufgenommenen Abtastwerten. Vor diesem Kommandos sollte ein ':MEMory:FREeze ON' ausgeführt werden. Nach diesem Kommando kann man die aktualisierten Informationen mit ':SENS:WAV:SATR', ':SENS:WAV:SBTR' und ':SENS:WAV:SSAM' abrufen.

10.2.10.12.2 :SATRigger? SATR?

```

SCPI:  :SENSe:WAVeform:SATRigger?/qonly/
SHORT: SATR?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest ein, wieviele Abtastwerte nach dem letzten Triggerzeitpunkt verfügbar sind. Siehe auch ':SENS:WAV:IUPD'.

10.2.10.12.3 :SBTRigger? SBTR?

```

SCPI:  :SENSe:WAVeform:SBTRigger?/qonly/
SHORT: SBTR?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest ein, wieviele Abtastwerte vor dem letzten Triggerzeitpunkt verfügbar sind. Siehe auch ':SENS:WAV:IUPD'.

10.2.10.12.4 :SSAMples?	SSAM?
--------------------------------	--------------

SCPI: :SENSe:WAVeform:SSAMples?/qonly/
 SHORT: SSAM?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest ein, welche Abtastwerte im Scopespeicher abgelegt sind. Siehe auch ':SENS:WAV:IUPD'. Es wird eine long-Zahl mit folgender Bedeutung zurückgegeben:

Bit 3: i
 Bit 4: u
 Bit 5: p

Die Bits werden von 0 bis 7 gezählt!

10.2.10.12.5 :WAVE?	WAVE?
----------------------------	--------------

SCPI: :SENSe:WAVeform:WAVE?/qonly/ <NRi>,<list>
 SHORT: WAVE?/qonly/ <NRi>,<list>
 ID: no ID defined

Liest die Abtastwerte des Signals aus, das mit <NRi> spezifiziert ist. Dies ist eine Zahl mit folgender Bedeutung:

4: i
 5: u
 6: p

Der kleinste erlaubte Wert in <list> ist der mit ':SENSe:WAVeform:SBTRigger?' ausgelesene, der größte der mit ':SENSe:WAVeform:SATRigger?' ermittelte.

10.2.11 :SOURce

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe
 :SOURce → :DIGital
 :STATus :VOLTagE
 :SYSTem
 :TRIGger

10.2.11.1 :DIGital

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe
 :SOURce → :DIGital → :CONDition
 :STATus :VOLTage :LIMit
 :SYSTem :VALue
 :TRIGger

10.2.11.1.1 :CONDition	DOCO
-------------------------------	-------------

SCPI: :SOURce:DIGital:CONDition <NRi>
 SHORT: DOCO <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Auswertebedingung des Digitalausgang . Der *RST default value ist 0.
Mögliche Parameter sind:

0: off
 1: on
 2: >=
 3: <

10.2.11.1.2 :LIMit	DOLI
---------------------------	-------------

SCPI: :SOURce:DIGital:LIMit <NRf>
 SHORT: DOLI <NRf>
 ID: no ID defined

Liest oder setzt die Grenzwerte für die Digitalausgänge . Der *RST default value ist 0.

10.2.11.1.3 :VALue	DOIX
---------------------------	-------------

SCPI: :SOURce:DIGital:VALue <string>
 SHORT: DOIX <string>
 ID: no ID defined

Liest und setzt den Werte der Digitalausgänge . Der *RST default value ist 'Utrms'. Als <string> muß man den gleichen Text eingeben, den man auch direkt am Gerät eingeben hätte.

10.2.11.2 :VOLTage

:CALCulate

```

:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce → :DIGital
:STATus :VOLTage → :SCALe
:SYSTem :VALue
:TRIGger

```

10.2.11.2.1 :SCALE

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce → :DIGital
:STATus :VOLTage → :SCALe → :FSCale
:SYSTem :VALue :ZERO
:TRIGger

```

10.2.11.2.1.1 :FSCale AOHI

```

SCPI: :SOURce:VOLTage:SCALe:FSCale <NRf>
SHORT: AOHI <NRf>
ID: no ID defined

```

Liest und setzt den Full Scale der Analogausgänge . Der *RST default value ist 10.

10.2.11.2.1.2 :ZERO AOLO

```

SCPI: :SOURce:VOLTage:SCALe:ZERO <NRf>
SHORT: AOLO <NRf>
ID: no ID defined

```

Liest und setzt den Nullpunkt der Analogausgänge . Der *RST default value ist 0.

10.2.11.2.2 :VALue AOIX

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory

```

```

:READ
:SENSe
:SOURce → :DIGital
:STATus      :VOLTage → :SCALe
:SYSTem      :VALue
:TRIGger

```

```

SCPI: :SOURce:VOLTage:VALue <string>
SHORT: AOIX <string>
ID: no ID defined

```

Liest und setzt den Werte der Analogausgänge . Der *RST default value ist 'Utrms'. Als <string> muß man den gleichen Text eingeben, den man auch direkt am Gerät eingegeben hätte. Beispiel:

```
AOIX3 „Itrms“
```

Definiert, daß der Effektivwert des Stromes über den Analogausgang 3 ausgegeben werden soll.

10.2.12 :STATus commands

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
::STATus → :OPERation
:SYSTem      :PRESet
:TRIGger     :QUEStionable

```

10.2.12.1 :OPERation

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
::STATus → ::OPERation → :CONDition
:SYSTem      :PRESet      :ENABLe
:TRIGger     :QUEStionable [:EVENT]
              :NTRansition
              :PTRansition

```

10.2.12.1.1 :CONDition?	SOC?
--------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:OPERation:CONDition?/qonly/
 SHORT: SOC?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Operation Status Condition Register.

10.2.12.1.2 :ENABLE	SOEN
----------------------------	-------------

SCPI: :STATus:OPERation:ENABLE
 SHORT: SOEN
 ID: no ID defined

Liest und setzt das Operation Status Enable Register.

10.2.12.1.3 [:EVENT]?	SOE?
------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:OPERation[:EVENT]~/qonly/
 SHORT: SOE~/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Operation Status Event Register und löscht es.

10.2.12.1.4 :NTRansition	SONT
---------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:OPERation:NTRansition
 SHORT: SONT
 ID: no ID defined

Liest und setzt das Operation Status Negative Transition Register.

10.2.12.1.5 :PTRansition	SOPT
---------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:OPERation:PTRansition
 SHORT: SOPT
 ID: no ID defined

Liest und setzt das Operation Status Positive Transition Register.

10.2.12.2 PRESet	PRES
-------------------------	-------------

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTRument
 :MEMory
 :READ

```

:SENSe
:SOURce
:STATUS → :OPERation
:SYSTem :PRESet
:TRIGger :QUEStionable

```

```

SCPI: :STATus:PRESet/nquery/
SHORT: PRES/nquery/
ID: no ID defined

```

Die Operation und Query Register werden mit Defaultwerten geladen. Die p-Transition Register werden mit 0x7FFF, die n-Transition register mit 0x0000 und die Enable Register ebenfalls mit 0x0000 gefüllt.

10.2.12.3 :QUEStionable

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATUS → :OPERation
:SYSTem :PRESet
:TRIGger :QUEStionable → :CONDition
                                     :ENABle
                                     [:EVENT]
                                     :NTRansition
                                     :PTRansition

```

10.2.12.3.1 :CONDition? SQC?

```

SCPI: :STATus:QUEStionable:CONDition?/qonly/
SHORT: SQC?/qonly/
ID: no ID defined

```

Liest das Questionable Status Condition Register.

10.2.12.3.2 :ENABle SQEN

```

SCPI: :STATus:QUEStionable:ENABle
SHORT: SQEN

```

Liest und setzt das Questionable Status Enable Register.

10.2.12.3.3 [:EVENT]?	SQE?
------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:QUESTionable[:EVENT]?/qonly/
 SHORT: SQE?/qonly/
 ID: no ID defined

Liest das Questionable Status Event Register und löscht es.

10.2.12.3.4 :NTRansition	SQNT
---------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:QUESTionable:NTRansition
 SHORT: SQNT
 ID: no ID defined

Liest und setzt das Questionable Status Negative Transition Register.

10.2.12.3.5 :PTRansition	SQPT
---------------------------------	-------------

SCPI: :STATus:QUESTionable:PTRansition
 SHORT: SQPT
 ID: no ID defined

Liest und setzt das Questionable Status Positive Transition Register.

10.2.13 :SYSTEM commands

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate
 :INPut
 :INSTrument
 :MEMory
 :READ
 :SENSe
 :SOURce
 :STATus
 :**SYSTEM** → :BEEPer
 :TRIGger :DATE
 :ERRor
 :HELP
 :KEY
 :LANGuage
 :PHEADER
 :TIME
 :VERsion

10.2.13.1 :BEEPer

:CALCulate
 :DISPlay
 :FETCh
 :FORMat
 :INITiate

```

:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer → :IMMediate
:TRIGger :DATE
          :ERRor
          :HELP
          :KEY
          :LANGuage
          :PHEADER
          :TIME
          :VERSion

```

10.2.13.1 :IMMediate BEEP

```

SCPI: :SYSTem:BEEPer:IMMediate/nquery/
SHORT: BEEP/nquery/
ID: no ID defined

```

Veranlaßt den internen Summer einen kurzen Ton auszugeben.

10.2.13.2 :DATE DATE

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger :DATE
          :ERRor
          :HELP
          :KEY
          :LANGuage
          :PHEADER
          :TIME
          :VERSion

```

```

SCPI: :SYSTem:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
SHORT: DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
ID: no ID defined

```

Liest und setzt das Systemdatum. Das Format ist DATE yyyy,mm,dd. Beispiel: DATE 1998,02,09 setzt das Datum auf den 9. Februar 1998

10.2.13.3 :ERRor

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
          :ERRor → :ALL
          :HELP   :COUNT
          :KEY    [:NEXT]
          :LANGuage
          :PHEADER
          :TIME
          :VERSion

```

10.2.13.3.1 :ALL? ERRALL?

```

SCPI: :SYSTem:ERRor:ALL?/qonly/
SHORT: ERRALL?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest alle Fehlermeldungen aus, inklusive Fehlernummer und Fehlerbeschreibung, getrennt durch Kommata.

10.2.13.3.2 :COUNT? ERRCNT?

```

SCPI: :SYSTem:ERRor:COUNT?/qonly/
SHORT: ERRCNT?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest die Anzahl der Fehler in der Error/Event Queue.

10.2.13.3.3 [:NEXT]? ERR?

```

SCPI: :SYSTem:ERRor[:NEXT]?/qonly/
SHORT: ERR?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest den ältesten Eintrag aus der Error/Event Queue, inklusive Fehlernummer und Fehlerbeschreibung, getrennt durch Kommata.

10.2.13.4 :HELP

```

:CALCulate
:DISPlay

```

```

:FEtCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
          :ERRor
          :HELP → :HEADers
          :KEY   :SHEaders
          :LANGuage
          :PHEADER
          :TIME
          :VERsion

```

10.2.13.4.1 :HEADers? HEAD?

```

SCPI: :SYSTem:HELP:HEADers?/qonly/
SHORT: HEAD?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest eine Liste aller SCPI Kommandos. Diese Liste wird als <defined length arbitrary block response data> zurückgegeben. Da dieses Kommando ein sehr spezielles Ausgabeformat hat, sollte es nur alleine benutzt werden.

10.2.13.4.2 :SHEaders? SHEAD?

```

SCPI: :SYSTem:HELP:SHEaders?/qonly/
SHORT: SHEAD?/qonly/
ID:    no ID defined

```

Liest eine Liste aller SHORT Kommandos. Diese Liste wird als <defined length arbitrary block response data> zurückgegeben. Da dieses Kommando ein sehr spezielles Ausgabeformat hat, sollte es nur alleine benutzt werden.

10.2.13.5 :KEY KEY

```

:CALCulate
:DISPlay
:FEtCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE

```

:ERRor
 :HELP
 :KEY
 :LANGuage
 :PHEADER
 :TIME
 :VERSion

SCPI: :SYSTem:KEY <NRi>,
 SHORT: KEY <NRi>
 ID: no ID defined

Fragt die zuletzt gedrückte Taste ab oder simuliert einen Tastendruck. Die Tasten haben folgende Code-Nummern:

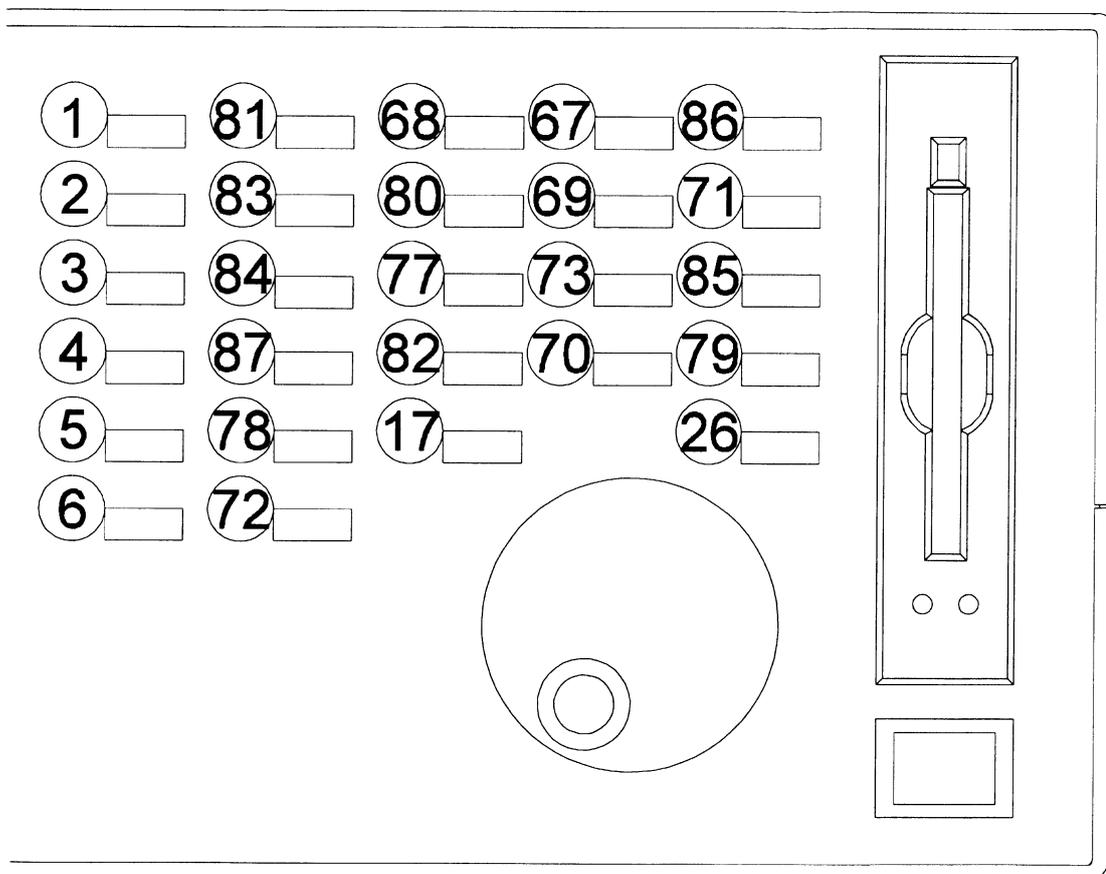


Bild 33: Tasten-Codes

Bitte beachten:

Bei Änderungen an der Bediensoftware kann sich auch die Handhabung von Menüs ändern. Dadurch kann sich auch die Reihenfolge der simulierten Tasten ändern.

10.2.13.6 :LANGuage

LANG

:CALCulate
 :DISPlay

```

:FEtCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger    :DATE
            :ERRor
            :HELP
            :KEY
            :LANGuage
            :PHEADER
            :TIME
            :VERSion

```

```

SCPI: :SYSTem:LANGuage/nquery/ <NRi>,
SHORT: LANG/nquery/ <NRi>
ID:   no ID defined

```

Wechselt den Kommandosatz. Parameter kann sein:

'0' oder 'SCPI' um zu den SCPI Kommandos zu gelangen [*RST default value]

'1' oder 'SHORT' um zu den SHORT Kommandos zu gelangen

Der neue Kommandosatz wird ab dem nächsten Kommando benutzt.

10.2.13.7 :PHEader

PHDR

```

:CALCulate
:DISPlay
:FEtCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTRument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger    :DATE
            :ERRor
            :HELP
            :KEY
            :LANGuage
            :PHEADER
            :TIME
            :VERSion

```

```

SCPI: :SYSTem:PHEader <string program data>,
SHORT: PHDR <string program data>
ID:   no ID defined

```

Setzt oder liest den Drucker-Header (Vorspann). Bei *RST wird dieser Wert gelöscht.

Beispiel: 'PHDR „Hallo“<lf>' würde dazu führen, daß vor jedem Ausdruck „Hallo“ ausgegeben wird.

10.2.13.8 :TIME	TIME
------------------------	-------------

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
           :ERRor
           :HELP
           :KEY
           :LANGuage
           :PHEADER
           :TIME
           :VERSion

```

```

SCPI: :SYSTem:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
SHORT: TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
ID: no ID defined

```

Liest und setzt die Systemzeit. Das Format ist TIME hh,mm,ss. Beispiel: TIME 10,26,46 setzt die Zeit auf 10:26:46.

10.2.13.9 :VERSion?	VER?
----------------------------	-------------

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem → :BEEPer
:TRIGger  :DATE
           :ERRor
           :HELP
           :KEY

```

```

:LANGuage
:PHEADER
:TIME
:VERSion

```

```

SCPI: :SYSTem:VERSion?/qonly/
SHORT: VER? \f if/qonly/
ID: no ID defined

```

Gibt die implementierte SCPI Version zurück (immer '1999.0').

10.2.14 :TRIGger commands

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
           :ICURrent
           :INTerval
           [:SEQuence]

```

10.2.14.1 :ACTion	ACTN
--------------------------	-------------

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
           :ICURrent
           :INTerval
           [:SEQuence]

```

```

SCPI: :TRIGger:ACTion/nquery/
SHORT: ACTN/nquery/
ID: no ID defined

```

Definiert eine Aktion, die ausgeführt werden soll, wenn :INIT:CONT auf ON gesetzt ist und ein Trigger Event auftritt. Alle Kommandos, die nach dem ';' hinter ':TRIG:ACT' bis zum Ende der Program Message folgen werden dann ausgeführt.

Beispiel: ACTN;UTRMS?;ITRMS?

Hiermit wird definiert, daß bei jedem Triggerereignis im :INIT:CONT ON Status die Effektivwerte von Spannung und Strom ausgegeben werden. Siehe aus 10.2.6.1, ':CONTinuous CONT'. Das gleiche Beispiel in SCPI Syntax wäre:
:TRIG:ACT;:FETC:TRMS?;:FETC:CURR:TRMS?

Es gibt keine *RST default value!

10.2.14.2 :ICURrent

IINC

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
             :ICURrent
             :INTerval
             [:SEQuence]
```

```
SCPI: :TRIGger:ICURrent/nquery/
SHORT: IINC/nquery/
ID: no ID defined
```

Löst eine Messung des Anlaufstromes aus. Der Wert des Anlaufstromes wird auf 0 zurückgesetzt.

10.2.14.3 :INTerval

```
:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
```

```

:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
           :ICURrent
           :INTerval → :RESet
           [:SEQuence] :STARt
           :STOP

```

10.2.14.3.1 :RESet RESET

```

SCPI: :TRIGger:INTerval:RESet/nquery/
SHORT: RESET/nquery/
ID: no ID defined

```

Setzt die Energiemessung zurück.

10.2.14.3.2 :STARt START

```

SCPI: :TRIGger:INTerval:STARt/nquery/
SHORT: START/nquery/
ID: no ID defined

```

Startet die Energiemessung.

10.2.14.3.3 :STOP STOP

```

SCPI: :TRIGger:INTerval:STOP/nquery/
SHORT: STOP/nquery/
ID: no ID defined

```

Stopt die Energiemessung.

10.2.14.4 [:SEQuence]

```

:CALCulate
:DISPlay
:FETCh
:FORMat
:INITiate
:INPut
:INSTrument
:MEMory
:READ
:SENSe
:SOURce
:STATus
:SYSTem
:TRIGger → :ACTion
           :ICURrent
           :INTerval
           [:SEQuence] → :COUPle
                       :SOURce

```

10.2.14.4.1 :COUPL	COUPL
---------------------------	--------------

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:COUPL <NRi>
 SHORT: COUPL <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Kopplung für die Triggerung (Synchronisation). Zulässige Wert sind:
 '0' oder 'ACDC' für AC/DC Kopplung [*RST default value]
 '1' oder 'BP' für Bandpaß-Kopplung
 '2' oder 'AM' für AM Kopplung

10.2.14.4.2 :SOURce	SYNC
----------------------------	-------------

SCPI: :TRIGger[:SEQuence]:SOURce <NRi>
 SHORT: SYNC <NRi>
 ID: no ID defined

Liest und setzt die Synchronisationsquelle. Zulässige Werte sind:
 '0' oder 'LINE' für Synchronisation auf die versorgungsspannung (line)
 '1' oder 'EXTS' für externe Synchronisation
 '2' oder 'U' für Synchronisation auf das Spannungssignal [*RST default value]
 '3' oder 'I' für synchronisation auf das Stromsignal

10.2.15 Beispiel 1

Nachfolgend ist ein kleines Beispielprogramm aufgeführt, das eine einfache periodische Datenabfrage über RS232 durchführt:

```
' QBasic 1.1
' Example for reading data from a LMG95
' LMG95 should be set to following:
' MEASURING Menu
' Normal measuring mode, 500ms cycle time
' IF/IO (OPTIONS) Menu
' Remote Device: COM1 RS232
' Dev.: COM1: 9600 Baud, EOS <lf>, Echo off, Protocol None
' Connect COM1 of your PC to COM1 of LMG95 with a 1:1 cable (all pins
' connected, no NULL modem).

DECLARE FUNCTION readans$ ()

OPEN "COM1:9600,N,8,1,ASC,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB4096" FOR RANDOM AS #1
PRINT #1, "ren" + CHR$(10);           ' Remote enable
PRINT #1, "syst:lang short" + CHR$(10); ' Change command set
PRINT #1, "actn;utrms?;itrms?" + CHR$(10); ' Request Utrms and Itrms
PRINT #1, "cont on" + CHR$(10);       ' Continue output
DO
  answer$ = readans$                 ' Read answer from LMG95
  val1 = VAL(answer$)                 ' Calculate values
  val2 = VAL(MID$(answer$, 1 + INSTR(1, answer$, ";"))
  PRINT USING "Answer:& Value1: ###.##V Value2: ##.####A"; readans$; val1; val2
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)         ' Loop, until SPACE bar pressed
PRINT #1, "cont off" + CHR$(10);     ' Stop continue output
SLEEP 1
PRINT #1, "gtl" + CHR$(10);          ' Go to local mode
CLOSE #1

FUNCTION readans$
```

```

answer$ = ""
DO
  a$ = INPUT$(1, 1)           ' Read character from interface
  IF a$ <> CHR$(10) THEN      ' If it is not the EOS character
    answer$ = answer$ + a$    ' add character to answer string
  END IF
  LOOP WHILE a$ <> CHR$(10)   ' Loop until EOS is reached
  readans$ = answer$         ' return answer
END FUNCTION

```

10.2.16 Beispiel 2

Nachfolgend ist ein kleines Beispielprogramm aufgeführt, das eine einfache einmalige Datenabfrage über RS232 durchführt. Alternativ zur Anfrage mit SCPI Befehlen ist auch die Anfrage per SHORT Befehle dargestellt:

```

' QBasic 1.1
' Example for reading data from a LMG95
' LMG95 should be set to following:
' MEASURING Menu
' Normal measuring mode, 500ms cycle time
' IF/IO (OPTIONS) Menu
' Rmote Device: COM1 RS232
' Dev.: COM1: 9600 Baud, EOS <lf>, Echo off, Protocol None
' Connect COM1 of your PC to COM1 of LMG95 with a 1:1 cable (all pins
' connected, no NULL modem).

DECLARE FUNCTION readans$ ()

OPEN "COM1:9600,N,8,1,ASC,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB4096" FOR RANDOM AS #1
PRINT #1, "READ:CURRENT:TRMS::FETCH:VOLTAGE:TRMS" + CHR$(10); 'Request values
(SCPI)
'PRINT #1, "SYST:LANG SHORT" + CHR$(10);           'Change Language to SHORT
'PRINT #1, "INIM;ITRMS?;UTRMS?" + CHR$(10);       'Request values (SHORT)
DO
  answer$ = readans$           ' Read answer from LMG95
  val1 = VAL(answer$)          ' Calculate values
  val2 = VAL(MID$(answer$, 1 + INSTR(1, answer$, ";")))
  PRINT USING "Answer:& Value1: ##.###A Value2: ###.###V"; readans$; val1; val2
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)   ' Loop, until SPACE bar pressed
PRINT #1, "gt1" + CHR$(10);    ' Go back to local mode
CLOSE #1

FUNCTION readans$
  answer$ = ""
  DO
    a$ = INPUT$(1, 1)           ' Read character from interface
    IF a$ <> CHR$(10) THEN      ' If it is not the EOS character
      answer$ = answer$ + a$    ' add character to answer string
    END IF
    LOOP WHILE a$ <> CHR$(10)   ' Loop until EOS is reached
    readans$ = answer$         ' return answer
  END FUNCTION

```

10.2.17 Testen der Schnittstelle mit einem Terminalprogramm

Um zu testen, ob die Schnittstelle funktioniert, oder wie einige Befehle funktionieren, empfiehlt es sich, ein Terminalprogramm zu benutzen (z.B. HyperTerminal unter WIN95).

Das LMG95 muß zunächst eingestellt werden. Dazu drückt man *IF/IO*, **Rmote** und **Dev.** bis 'Device' auf 'COM1 RS232' gesetzt ist. Mit **back** und **Dev.** das Menü wechseln. **Device**

drücken, bis 'COM1' erscheint. Folgende Einstellungen vornehmen: Baud=38400, EOS=Terminal, Echo=On, Protocol=None.

Nun muß der Computer noch eingestellt werden. Nach dem Starten des Terminalprogramms sind in diesem folgende Einstellungen vorzunehmen: 38400Baud, 8Data Bit, 1Stop Bit, keine Parity und kein Protocol. Dies sollte für COM1 des Computers ausgewählt werden.

Nun werden COM1 vom Computer und COM1 des LMG95 miteinander verbunden. Dazu ist ein 1:1 Kabel ohne Kreuzungen oder Nullmodemfunktionen erforderlich.

Wenn man nun '*idn?ren' eingibt und die Enter-Taste betätigt, sollte die Anzeige der Statuszeile von 'Active Local' auf 'Active Remote' wechseln und das Gerät sollte einen Text mit Gerät, Hersteller, Seriennummer und Softwareversion zurückliefern. Falls nicht, ist es wichtig zu wissen, ob die eingegebenen Buchstaben überhaupt am Bildschirm erscheinen (=Echo funktioniert) oder nicht.

Falls dies alles nicht funktioniert, bitte alle Einstellungen und Verkabelungen sorgfältig überprüfen und einen zweiten Versuch starten.

10.2.18 SCPI Kommando Beispiel

Nachfolgend ist ein Beispiel für einen Dialog mit dem LMG in der SCPI Sprache angegeben (was man sendt, was das Gerät antwortet und was man damit gemacht hat). Wenn Meßwerte als Antwort kommen, können diese bei eigenen Versuchen natürlich andere Ergebnisse liefern.

Es wird vorausgesetzt., daß das Gerät neu eingeschaltet ist und noch keine Kommandos ausgeführt wurden. Zum testen dieser Funktionen empfiehlt sich ein Terminalprogramm und die RS232 Schnittstelle, da diese für diesen Zweck am einfachsten zu handhaben ist. Es funktioniert natürlich auch genauso mit der IEEE Schnittstelle.

Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie eine Kommunikation aufgebaut wird, und was man falsch machen kann.

Zwei Bemerkungen zur Syntax in der „Gesendet“-Spalte: Das '␣' steht für ein Leerzeichen (Space), das '↵' für ein <cr> (carriage return) Zeichen (was bei einem PC und RS232 Terminalprogramm durch die Enter-Taste ausgelöst wird).

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
1	*rst↵		Setzt das Geröt auf seine Defaultwerte zurück. Nach diesem ersten Kommando ist das Gerät im Remote-Status.

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
2	*idn?↵	ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH, LMG95, Serialnumber, Version	Das Gerät liefert seine Identifizierung zurück
3a	fetc:volt:trms?↵	0	Liest die Spannung aus. Man bekommt aber nicht den aktuellen Wert, da noch keine Werte in den Interface-Puffer kopiert wurden
3b	read:volt:trms?↵	220.34	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung aus.
3c	fetc:volt:trms?↵	220.34	Es wurden keine neuen Werte in den Interfacepuffer kopiert, deshalb bekommt man den selben Wert zurück!
4a	read:volt:trms?;:read:curr:trms?↵	220.21;0.6437	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung aus. Dann wartet das Gerät wieder bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt den Strom aus. Strom und Spannung sind aus verschiedenen Meßzyklen!
4b	read:volt:trms?;:fetc:curr:trms?↵	221.13;0.6432	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom aus. Strom und Spannung sind aus dem selben Meßzyklus!
4c	read:volt:trms?↵ fetc:curr:trms?↵	217.75;0.6135	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom aus. Strom und Spannung sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
5a	calc:form␣„Bpk=Urect/(4*f*3*0.000916);↵ Hpk=Ipp/2*3/0.085608;↵ Ua=Bpk/1.2566e-6/Hpk;“↵		Die Formel zwischen den „“ wird eingegeben, im Formeleditor gespeichert und ab dem nächsten Meßzyklus ausgewertet.
5b	read:var?␣(0:1)↵	3.4567,2.8405	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Variablen 0 bis 1 (Bpk und Hpk) aus. Beide sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
6a	fetc:volt:trm?↵		Eine falsche Kommandoeingabe
6b	syst:err:all?↵	command header error:TRM	Abfrage des kompletten Fehlerpuffers. Wenn vorher schon falsche Eingaben gemacht wurden, bekommt man mehr Meldungen
7a	inst:sel␣1↵		Schaltet in den Harmonischen Meßmodus

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
7b	read:harm:curr:ampl ?U(3:5)↵	1.2346,00034,0.9984	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Harmonischen Ströme 3. bis 5. Ordnung aus. Alle sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
7c	inst:selUnorml↵		Schaltet zum normalen Meßmodus zurück
8a	trig:act::fetc:volt:trm s?::fetc:pow?↵		Definiert, daß Spannung und Leistung nach jedem Meßzyklus ausgegeben werden sollen, ohne daß sie jedes mal angefordert werden müßten
8b	init:contUon↵	220.34;15.345 220.19;15.217	Aktiviert die kontinuierliche Ausgabe der mit 'actn' definierten Werte (bis zum CONT OFF Kommando!)
8c	init:contUoff↵		Stoppt die kontinuierliche Ausgabe
9	gtl		Schaltet vom Remote-Zustand zurück in den lokalen Zustand. Das Gerät kann jetzt wieder von Hand bedient werden.

10.2.19 SHORT Kommando Beispiel

Nachfolgend ist ein Beispiel für einen Dialog mit dem LMG in der SHORT Sprache angegeben (was man sendt, was das Gerät antwortet und was man damit gemacht hat). Wenn Meßwerte als Antwort kommen, können diese bei eigenen Versuchen natürlich andere Ergebnisse liefern.

Es wird vorausgesetzt., daß das Gerät neu eingeschaltet ist und noch keine Kommandos ausgeführt wurden. Zum testen dieser Funktionen empfiehlt sich ein Terminalprogramm und die RS232 Schnittstelle, da diese für diesen Zweck am einfachsten zu handhaben ist. Es funktioniert natürlich auch genauso mit der IEEE Schnittstelle.

Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie eine Kommunikation aufgebaut wird, und was man falsch machen kann.

Zwei Bemerkungen zur Syntax in der „Gesendet“-Spalte: Das 'U' steht für ein Leerzeichen (Space), das '↵' für ein <cr> (carriage return) Zeichen (was bei einem PC und RS232 Terminalprogramm durch die Enter-Taste ausgelöst wird).

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
1	*rst↵		Setzt das Gerät auf seine Defaultwerte zurück. Nach diesem ersten Kommando ist das Gerät im Remote-Status.
2	*idn?↵	ZES ZIMMER Electronic Systems GmbH, LMG95, Serialnumber, Version	Das Gerät liefert seine Identifizierung zurück

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
3	syst:lang short↵		Schaltet auf den SHORT Kommandosatz.
4a	utrms?↵	0	Liest die Spannung aus. Man bekommt aber nicht den aktuellen Wert, da noch keine Werte in den Interface-Puffer kopiert wurden
4b	inim;utrms?↵	220.34	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung aus.
4c	utrms?↵	220.34	Es wurden keine neuen Werte in den Interfacepuffer kopiert, deshalb bekommt man den selben Wert zurück!
5a	inim;utrms?;inim;itrms?↵	220.21;0.6437	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung aus. Dann wartet das Gerät wieder bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt den Strom aus. Strom und Spannung sind aus verschiedenen Meßzyklen!
5b	inim;utrms?;itrms?↵	221.13;0.6432	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom aus. Strom und Spannung sind aus dem selben Meßzyklus!
5c	inim;utrms?↵ itrms?↵	217.75;0.6135	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Spannung und den Strom aus. Strom und Spannung sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
6a	form␣„Bpk=Urect/(4*f*3*0.0000916); ↵ Hpk=Ipp/2*3/0.0856 08;↵ Ua=Bpk/1.2566e-		Die Formel zwischen den „“ wird eingegeben, im Formeleditor gespeichert und ab dem nächsten Meßzyklus ausgewertet.
6b	form␣„Bpk=Urect/(4*f*3*0.0000916); ↵ Hpk=Ipp/2*3/0.0856 08;↵ Ua=Bpk/1.2566e- ↵ min;var?␣(0:1)↵	3.4567,2.8405	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Variablen 0 bis 1 (Bpk und Hpk) aus. Beide sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
7a	utrm?↵		Eine falsche Kommandoingabe
7b	errall?↵	command header error:UTRM	Abfrage des kompletten Fehlerpuffers. Wenn vorher schon falsche Eingaben gemacht wurden, bekommt man mehr Meldungen
8a	mode␣1↵		Schaltet in den Harmonischen Meßmodus

Nr.	Gesendet	Empfangen	Kommentar
8b	INIM;HIAM?(3:5))↵	1.2346,00034,0.9984	Wartet bis zum Ende des Meßzyklus, kopiert die Meßwerte in den Interfacepuffer und gibt die Harmonischen Ströme 3. bis 5. Ordnung aus. Alle sind auch hier aus dem selben Meßzyklus!
8c	mode↵norml↵		Schaltet zum normalen Meßmodus zurück
9a	actn;utrms?;p?↵		Definiert, daß Spannung und Leistung nach jedem Meßzyklus ausgegeben werden sollen, ohne daß sie jedes mal angefordert werden müßten
9b	cont↵on↵	220.34;15.345 220.19;15.217	Aktiviert die kontinuierliche Ausgabe der mit 'actn' definierten Werte (bis zum CONT OFF Kommando!)
9c	cont↵off↵		Stoppt die kontinuierliche Ausgabe
10	gtl		Schaltet vom Remote-Zusatnd zurück in den lokalen Zustand. Das Gerät kann jetzt wieder von Hand bedient werden.

10.3 Physikalische Geräte

Die physikalischen Geräte entsprechen den Buchsen an der Geräterückseite.

Bitte beachten!

In den folgenden Abschnitten beziehen sich COM1 und COM2 auf die Buchsen am LMG95 und nicht auf die Anschlußbezeichnungen des PC!

10.3.1 COM1, RS232

In dieser Buchse ist ein Nullmodem implementiert. D.h. eine Verbindung zu einem PC muß über ein Kabel erfolgen, daß 1:1 durchverbunden ist und keine Nullmodemfunktion hat.

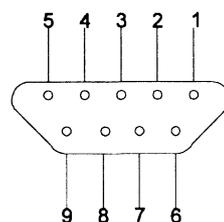


Bild 34: COM1 Anschluß

Pin	Bedeutung
1	nc
2	TxD
3	RxD
4	nc

5	GND
6	nc
7	CTS
8	RTS
9	nc

10.3.2 COM2, RS232

In dieser Buchse ist kein Nullmodem implementiert. D.h. eine Verbindung zu einem PC muß über ein Kabel mit Nullmodemfunktion erfolgen.

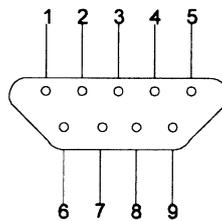


Bild 35: COM2 Anschluß

Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bedeutung	DCD	RxD	TxD	DTR	GND	DSR	RTS	CTS	RI

10.3.3 IEEE488.2

Dieser Port ist entsprechend IEEE488 aufgebaut. Somit können Standard-Kabel benutzt werden.

10.3.4 Parallele Schnittstelle

Dieser Port ist wie eine Druckerschnittstelle an einem PC belegt. Somit kann man handelsübliche Kabel benutzen.

10.3.5 Einstellungen mittels DIP-Schaltern

Bit	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
IEEE	1	0	1	Mode								IEEE Address				
other	Device			Mode				Echo	Protocol		EOS			Baud		

Für die Fernsteuerung kann die Einstellung des physikalischen Gerätes hier vorgenommen werden. Diese Einstellung wird bei jedem Einschalten des Gerätes übernommen, kann aber während des Betriebes im Menü verändert werden. Die Schalter befinden sich an der Rückseite des Gerätes.

Device

Bit			
16	15	14	
0	0	0	Einstellung nur vom Menü aus. Alle anderen Schalter werden ignoriert. Diese Einstellung sollte gewählt werden, wenn man nur vom Menü aus operieren möchte.
0	0	1	Auswahl COM1
0	1	1	Auswahl COM2
1	0	1	Auswahl IEEE488 Schnittstelle

Mode

Bit		
13	12	
0	0	Local mode
1	0	Remote mode

Echo

Bit	
9	
0	Echo aus
1	Echo ein

Protocol

Bit		
8	7	
0	0	Kein Protokoll
0	1	RTS/CTS

EOS

Bit			
6	5	4	
0	0	0	<lf>
0	0	1	<cr>
0	1	0	<cr><lf>
0	1	1	Terminal

Baud

Bit			
3	2	1	
0	0	0	1200
0	0	1	2400
0	1	0	4800
0	1	1	9600
1	0	0	19200
1	0	1	38400
1	1	0	57600
1	1	1	115200

IEEE Address

Hier wird die IEEE Adresse von 1 bis 30 angegeben.

11 Prozeßsignalschnittstelle (Option)

Die Prozeßsignalschnittstelle bietet die folgenden Ein- und Ausgänge:

- Vier Analogausgänge mit $\pm 10V$. Die Ausgangswerte werden bei normalen Meßwerten am Ende jedes Meßzyklus aktualisiert, bei Abtastwerten werden sie mit der Abtastrate aktualisiert. Mit diesen Ausgängen kann das LMG95 als Meßkonverter betrieben werden. Alle Ausgänge haben eine gemeinsame Masse (AOut_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt. Die Auflösung beträgt 16 Bit.
- Vier Analogeingänge mit $\pm 10V$. Die Eingänge werden jeweils mit 1kHz abgetastet, um auch AC Signale aufnehmen zu können. Ein Mittelwert dieser Abtastwerte wird als DC-Wert nach jedem Meßzyklus angezeigt. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse (AIn_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt. Die Auflösung beträgt 16 Bit. Die AC Werte werden in einem 512k Worten Speicher abgelegt und können zu den normalen Meßwerte synchronisiert werden.
- Vier Digitalausgänge (open collector Ausgänge). Sie werden nach jedem Meßzyklus aktualisiert. Die maximale Last ist 100mA bei 30V. Die Digitalausgänge haben eine gemeinsame Masse (DOut_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.
- Vier Digitaleingänge. Sie werden mit 1kHz abgetastet und in einem Speicher mit 512k Werten abgelegt. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse (DIn_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt.
- Zwei Frequenzeingänge. Damit kann die Frequenz und Richtung eines Drehimpulsgebers bestimmt werden. Die maximale Frequenz liegt bei 5MHz. Die Eingänge sind CMOS kompatibel. Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masse, die identisch ist mit der Masse der Hilfsversorgung (Aux_F_GND) und sind von allen anderen Massen potentialgetrennt. An F_In1 wird die Frequenz bestimmt, an F_In2 die Drehrichtung. Die Momentanwerte der Eingänge werden mit 1kHz Abtastrate in einem 512k Werte Speicher abgelegt.
- Hilfsversorgung. Hier werden $\pm 5V$ zur Verfügung gestellt. Die Masse ist identisch mit der Masse der Frequenzeingänge (Aux_F_GND).

Der Anschlußstecker ist wie folgt belegt:

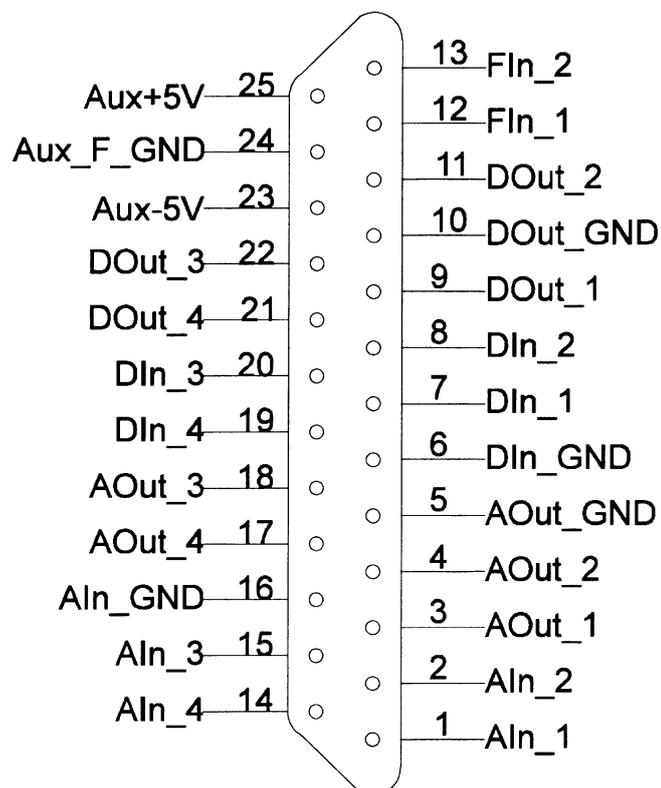


Bild 36: Pinbelegung Prozeßsignalschnittstelle

Die Menüs zur Bedienung dieser Schnittstelle finden sich in 4.4.2.2 Prozeßsignalschnittstelle. Die genauen technischen Spezifikationen sind in 14.9, 'Prozeßsignalschnittstelle' beschrieben.

12 Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker

Alle Meßwerte können auf Speicherkarte aufgezeichnet oder ausgedruckt werden. Generell wird das ausgedruckt, was man sieht. Einige Ausnahmen werden in den entsprechenden Kapiteln beschrieben (z.B. werden immer alle Harmonischen ausgegeben, nicht nur die sichtbaren). Wenn man eine einzelne Ausgabe macht, bekommt man die Werte, die man auch sieht. Das heißt, bei eingefrorenem Display bekommt man die eingefrorenen Werte. Wenn man eine periodische Ausgabe gewählt hat, bekommt man immer die aktuellen Meßwerte angezeigt, auch wenn das Display eingefroren ist.

12.1 Allgemeines

Die Konfiguration wird im *Options* Menü vorgenommen. Dort wird eingestellt wie oft die Werte auf welchem Gerät ausgegeben werden.

12.2 Handhabung

Um Meßwerte auszugeben muß man in das gewünschte Menü wechseln und dort *Print* drücken. Es erscheint ein Fenster, daß den Status der Ausgabe darstellt. Wenn gerade Daten ausgegeben werden, zeigt dies ein aktives Druckersymbol an. Drückt man nun *ENTER* wird die Ausgabe abgebrochen. Wenn gerade keine Ausgabe erfolgt, startet man mit *ENTER* die Ausgabe der aktuellen Anzeige. *ESC* beendet das Fenster ohne Veränderungen.

Mit **Form** kann man das Datenformat einstellen:

ASCII	Die Daten werden als reine ASCII-Texte ausgegeben.
GRAPHIC	Die Daten werden entsprechend dem eingestellten Drucker formatiert.
Bitmap	Die Daten werden so formatiert, daß sie mit dem Softwaretool BMP2PC auf einen PC übertragen und dort als Bitmapdatei gespeichert werden können.
Table	Die Daten werden entsprechend dem ZES Datenformat übertragen.
Binary	Die Daten werden entsprechend dem ZES Datenformat binär übertragen.

Drucker

Mit **formf** wird die aktuelle Seite aus dem Drucker entfernt. Mit **linef** wird ein Zeilenvorschub durchgeführt. Dies ist nur möglich, wenn gerade keine Ausgabe aktiv ist.

Speicherkarte

Bei Ausgaben auf die Speicherkarte stehen verschiedene Softkeys zur Verfügung. Einige Funktionen sind jedoch nur verfügbar, wenn gerade keine Ausgabe erfolgt.

- File** Legt den Dateinamen fest. 8 Zeichen sind zulässig. An den Dateinamen wird bei der ersten Datei automatisch die Extension '.100', bei der zweiten Datei die '.101' usw. angehängt.
- Dir** Zeigt das Inhaltsverzeichnis der Speicherkarte. Mit dem Drehknopf kann man einzelne Dateinamen anfahren und z.B. mit **Mark*** markieren.
- Del*** Löscht alle markierten Dateien.
- Mark*** Markiert die aktuell angewählte Datei oder hebt die Markierung wieder auf.
- State** Zeigt Statusinformationen der Speicherkarte an (z.B. Batteriestatus).
- Erase** Formatiert die Speicherkarte. **Achtung!** Diese Formatierung löscht alle Daten!

12.3 Datenformat

Die Datenformate 'Table' und 'Binary' sind sehr ähnlich. Es ist ein Format, 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 in einem Pseudobinärformat. Dabei wird ein Nibble einer Zahl durch ein Byte repräsentiert. Z.B. wird

das Byte <3Fh> durch die Bytes <33h><46h> dargestellt. 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 inclusive dem abschließenden YSEP gehören zu diesem Kommentar.
TYPE=	Gibt einen der folgenden Typen von Aufzeichnungsdaten an: NORMAL VALUES HARMONIC VALUES NORMAL SAMPLES
VAL_LEN = 8	Legt fest, daß 8 Byte pro Meßwert übertragen werden.
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

13 Verschiedenes

13.1 Kalibrierung

Es wird empfohlen, die Kalibrierung des LMG95 durch den Hersteller ZES ZIMMER durchführen zu lassen. ZES verfügt über die entsprechend genauen Referenzmeßgeräte, die direkt von der PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig) kalibriert werden. Somit sind leicht rückführbare Kalibrierungen nach ISO9000 durchzuführen.

Falls eine Justierung der Geräte erforderlich sein sollte, kann diese nur von ZES durchgeführt werden, da hierzu spezielle Hardware- und Softwarekomponenten benötigt werden.

13.1.1 Anforderungen an das Referenzmeßgerät

Wenn Kalibrierungen ohne die Hilfe von ZES ZIMMER durchgeführt werden sollen, muß das dabei verwendete Referenzmeßgerät mindestens um den Faktor 3 genauer sein, als das LMG95. Besser ist ein Faktor von 5 bis 10.

13.2 Nullpunktgleich

Die Nullpunkte des LMG95 können abgeglichen werden, ohne daß das Gerät eingeschickt werden muß.

Zunächst müssen **ALLE** Meßkabel entfernt und in den normalen Meßmodus geschaltet werden. Nun muß der interne oder externe Strommeßbereich eingestellt werden. Nur der eingestellte Bereich wird abgeglichen. Nun ist der Spannungseingang und der externe Shunteingang kurzzuschließen. Kurzschließen bedeutet nicht, die beiden Buchsen irgendwie miteinander zu verbinden, sondern die kürzest mögliche Verbindung herzustellen, bei der sich eine Leiterschleife mit minimaler Fläche ergibt!

Das Gerät muß 2h warmlaufen.

Mit **Z-Adj** im *Range* Menü wird der Abgleich gestartet (siehe 5.2 Meßbereiche (Range)). Wenn alles richtig aufgebaut ist, kann jetzt mit *Enter* geantwortet werden. Nach ca. 1 Minute erscheint eine Meldung, daß der Abgleich durchgeführt wurde.

Es ist unbedingt zu vermeiden, daß das LMG95 während des Abgleichens ausgeschaltet wird. Dabei könnten Justierwerte beschädigt werden!

Wenn Sie sich hinsichtlich des Abgleichs unsicher sind, setzen Sie sich bitte mit dem Hersteller in Verbindung.

Die Justierung bleibt auch bei ausgeschaltetem Gerät erhalten. Wenn die Werkseinstellungen wieder geladen werden sollen, muß das LMG zurückgesetzt werden (siehe 3.2, 'GrundeinstellungenGrundeinstellungenGrundeinstellungen')

13.3 Häufig gestellte Fragen

13.3.1 Genauigkeit gemessener und berechneter Größen

Die Genauigkeit der direkt gemessenen Größen U, I und P kann der Tabelle im Kapitel 14.4.3, 'Genauigkeit', entnommen werden. Die folgende Beispielrechnung zeigt, wie man mit dieser Tabelle richtig umgeht und wie man den Fehler abgeleiteter Größen (z. B. λ) bestimmt.

Die Ablesewerte seien:

$U_{\text{rms}}=230.000\text{V}$, Bereich 250V, Spitzenwert-Meßbereich 400V

$I_{\text{rms}}=0.95000\text{A}$, Bereich 1.2A, Spitzenwert-Meßbereich 3.75A

$\lambda=0.25000$

$f=50.0000\text{Hz}$

$P=54.625\text{W}$, Bereich 300W, Spitzenwert-Meßbereich 1500W

AC Kopplung für das Meßsignal

Aus der oben genannten Tabelle kann man nun die Fehler des Meßwertes und des Meßbereichs einsetzen (hier sind selbstverständlich die Meßbereichsendwerte = Spitzenwerte einzusetzen):

$$\Delta U = \pm(0.01\% \text{ of Rdg.} + 0.02\% \text{ of Rng.}) = \pm(0.023\text{V} + 0.08\text{V}) = \pm 0.103\text{V}$$

$$\Delta I = \pm(0.01\% \text{ of Rdg.} + 0.02\% \text{ of Rng.}) = \pm(0.095\text{mA} + 0.75\text{mA}) = \pm 0.845\text{mA}$$

$$\Delta P = \pm(0.015\% \text{ of Rdg.} + 0.02\% \text{ of Rng.}) = \pm(8.194\text{mW} + 300\text{mW}) = \pm 308.2\text{mW}$$

Der Leistungsfaktor berechnet sich zu:

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{U * I}$$

Der Fehler des Leistungsfaktors kann mit Hilfe des totalen Differentials bestimmt werden:

$$\Delta \lambda = \frac{\partial \lambda}{\partial P} * \Delta P + \frac{\partial \lambda}{\partial U} * \Delta U + \frac{\partial \lambda}{\partial I} * \Delta I$$

$$\Delta \lambda = \frac{\Delta P}{U * I} - \frac{P * \Delta U}{I * U^2} - \frac{P * \Delta I}{I^2 * U}$$

$$\Delta \lambda = \frac{308.2\text{mW}}{230\text{V} * 0.95\text{A}} + \frac{54.625\text{W} * 0.103\text{V}}{0.95\text{A} * (230\text{V})^2} + \frac{54.625\text{W} * 0.845\text{mA}}{(0.95\text{A})^2 * 230\text{V}}$$

$$\Delta\lambda = 0.0017$$

Dies sind die maximalen Fehler des Meßgerätes. Die typischen Fehler sind um den Faktor zwei bis fünf geringer.

Die relativen Meßfehler sind:

$$U \%_{measure} = \frac{\Delta U}{U} = 0.045\%$$

$$I \%_{measure} = \frac{\Delta I}{I} = 0.089\%$$

$$P \%_{measure} = \frac{\Delta P}{P} = 0.564\%$$

$$\lambda \%_{measure} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.68\%$$

Zu dem Meßfehler muß auch noch der Ablesefehler (1 digit) berücksichtigt werden:

$$U \%_{display} = \frac{0.001V}{230.0V} = 0.0004\%$$

$$I \%_{display} = \frac{0.00001A}{0.95A} = 0.001\%$$

$$P \%_{display} = \frac{0.001W}{54.625W} = 0.002\%$$

$$\lambda \%_{display} = \frac{0.00001}{0.25} = 0.004\%$$

Hieraus ergeben sich die folgenden Meßergebnisse:

$$U_{\text{trms}} = (230.000 \pm 0.103)V$$

$$I_{\text{trms}} = (0.95000 \pm 0.00085)A$$

$$P = (54.625 \pm 0.308)W$$

$$\lambda = 0.25000 \pm 0.00170$$

Wenn statt der AC Kopplung die AC+DC Kopplung benutzt wird, ergeben sich andere Fehler. In diesem Fall kann man einen Zusatzfehler von $\Delta I_{\text{DC}} = \pm(10\mu V/R_i) = \pm(10\mu V/5m\Omega) = \pm 2mA$ bekommen. Dieser beeinflusst den Effektivwert wie folgt:

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

$$\Delta I_{rms} = \pm \left(\frac{\partial I_{rms}}{\partial I_{ac}} * \Delta I_{ac} + \frac{\partial I_{rms}}{\partial I_{dc}} * \Delta I_{dc} \right)$$

$$\Delta I_{rms} = \pm \left(\frac{I_{ac}}{I_{rms}} * \Delta I_{ac} + \frac{I_{dc}}{I_{rms}} * \Delta I_{dc} \right)$$

Mit einer Ableitung von $I_{dc}=0.00112A$ bekommt man:

$$\Delta I_{rms} = \pm \left(\frac{0.95A}{0.95A} * 0.845mA + \frac{1.12mA}{0.95A} * 2mA \right) = \pm 0.847mA$$

Für die Wirkleistung hat man einen Zusatzfehler von $\pm(10\mu V^2/R_i/V_{DC}) = \pm(10\mu V^2/5m\Omega/V_{DC}) = \pm 2mW/V_{dc}$. Somit bekommt man mit einer Ableitung von $U_{DC}=0.013V$:

$$\Delta P_{tot} = \pm \left(\Delta P + 2 \frac{mW}{V} * U_{DC} \right) = \pm \left(308.2mW + 2 \frac{mW}{V} * 13mV \right) = \pm 308.226mW$$

Für die Scheinleistung erhält man:

$$\Delta S = \pm \left(\frac{\partial S}{\partial U} * \Delta U + \frac{\partial S}{\partial I} * \Delta I \right)$$

$$\Delta S = \pm (I * \Delta U + U * \Delta I) = \pm (0.95A * 0.103V + 230V * 0.847mA) = \pm 292.66mW$$

Bitte Beachten, daß in diesem Fall ΔI_{rms} für ΔI benutzt werden muß!

13.4 Funktionsstörung

Wenn Sie glauben, eine Fehlfunktion oder einen Defekt an einem LMG95 zu haben, füllen Sie bitte die folgende Seite aus und senden Sie sie an ZES. Bei Problemen mit vermeintlich falschen Meßwerten, wird zusätzlich die 2. Seite benötigt. Dazu bitte die Messung durchführen und bei den fraglichen Werten die *Freeze* Taste drücken. Die nun angezeigten Werte notieren.

Range Menü

U range: _____V

U range: auto/manuell

U scale: _____

I range: _____A

I range: auto/manuell

I scale: _____

Shunt: intern/extern

Measuring Menü

Filter: _____

Couple: _____

Trig: _____

Sync: _____

Cycle: _____

Aver: _____

Voltage Menü

Utrms: _____

Uac: _____

Udc: _____

Upp: _____

Urect: _____

Ucf: _____

Uff: _____

Current Menü

Itrms: _____

Iac: _____

Idc: _____

Ipp: _____

Irect: _____

Icf: _____

Iff: _____

Power Menü

P: _____

Q: _____

S: _____

PF: _____

f: _____

Wenn das Interface im LMG95 eingebaut ist, kann man diese Werte auch direkt ausdrucken.

13.5 Software Update

Die Software des LMG95 kann vom Anwender leicht auf den aktuellen Stand gebracht werden. Man bekommt die Software über das Internet (<http://www.zes.com>) oder direkt über ZES. Man benötigt einen PC, ein serielles Kabel, das zwischen COM1 des PC und die Serviceschnittstelle des LMG95 gesteckt wird. Das Kabel muß ein 1:1 Kabel ohne Nullmodemfunktion o.ä. sein, bei dem alle Adern durchverbunden sind (siehe 13.5.1, 'Service Schnittstelle').

Für weitere Informationen lesen Sie bitte die Readme-Datei, die der Updatesoftware beigelegt ist.

Wichtig! Bei einem Softwareupdate gehen alle Geräteeinstellungen verloren. Wichtige Einstellungen sollten daher vorher aufgeschrieben oder ausgedruckt werden.

13.5.1 Service Schnittstelle

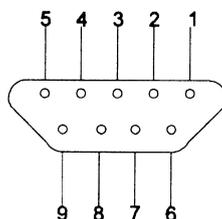


Bild 37: Service Anschluß

Pin	Bedeutung
1	nc
2	TxD
3	RxD
4	nc
5	GND
6	nc
7	CTS
8	RTS
9	nc

14 Technische Daten

14.1 Allgemein

Anzeige:	Monochrome Anzeige, Auflösung 256x128 Pixel
Gewicht:	6.5kg
Hilfsversorgung:	90...250V, 45...65Hz, ca. 30W, Sicherung 5x20mm T1A/250V IEC127-2/3
Lagertemperatur:	-20°C to +55°C
Klimaklasse:	KYG nach DIN 40040 0°C...40°C, Luftfeuchtigkeit max. 85%, Jahresmittel 65%, keine Betauung
Schutzart:	IP20 nach DIN40050
Schutzklasse:	I Hilfsversorgung: Überspannungsklasse II und Verschmutzungsgrad 2 nach IEC61010-1 Meßeingänge: Überspannungsklasse III und Verschmutzungsgrad 2 nach IEC61010-1 Hinweis! Wenn das Gerät mit einer anderen Überspannungsklasse betrieben wird, können sich die zulässigen Effektivwerte verändern. Genaueres siehe 14.2, 'Arbeitsspannungen'.
EMV:	EN55011, EN50082
Sicherheit:	EN61010
Maße:	Tischgerät: 320mm (B) x 148mm (H) x 275mm (T) 19" Version: 63TE x 3HE x 315mm

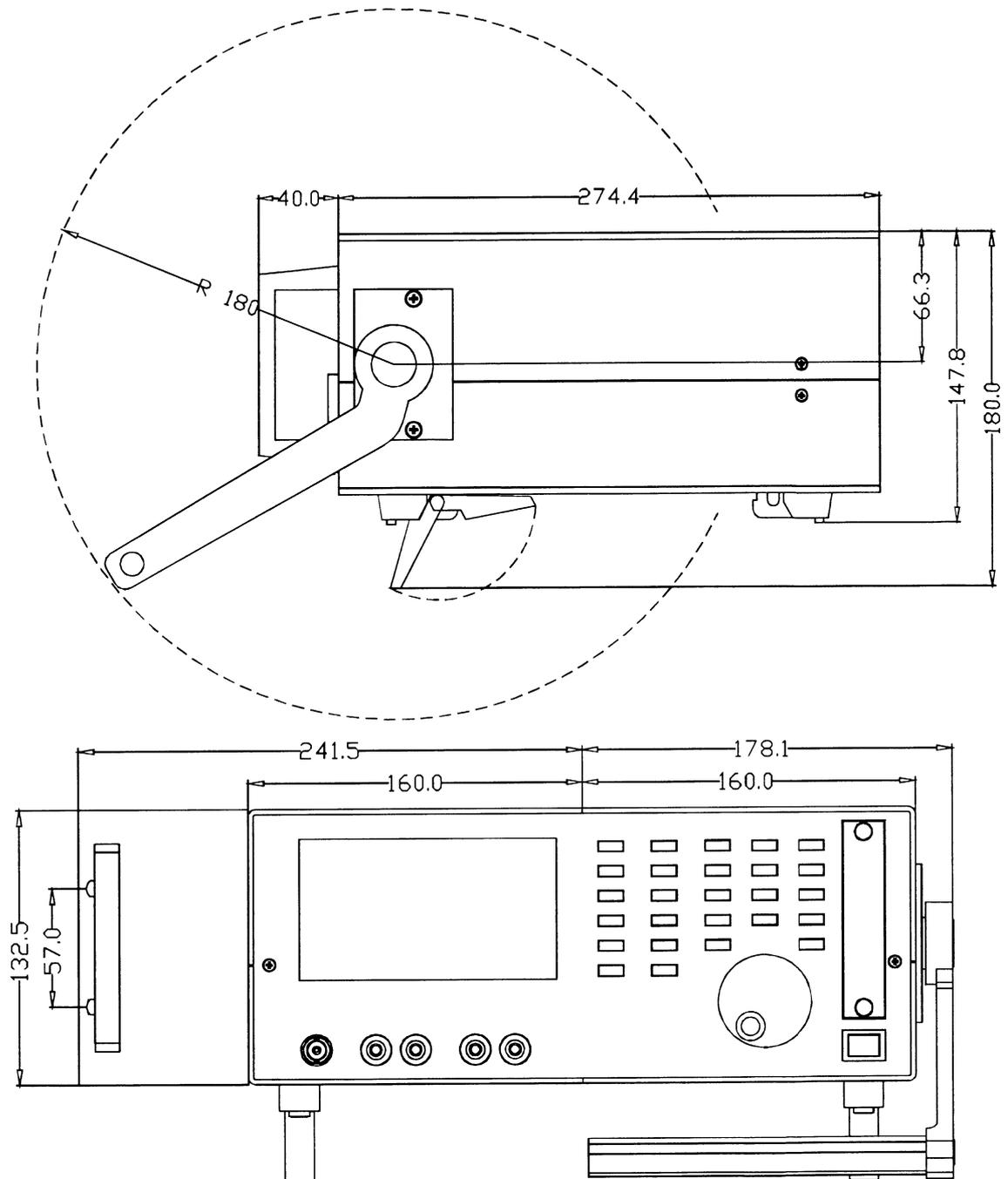


Bild 38: Maße

Das obige Bild stellt das Gerät mit 'Ohren' für den 19" Einbau und mit zusätzlichem Tragegriff dar.

14.2 Arbeitsspannungen

Die erlaubten Arbeitsspannungen der Meßkanäle gegen Erde und zwischen den Meßkanälen hängen von der Überspannungsklasse des Signals ab:

CAT II: Geräte mit BNC-Anschluß:

Stromkanal: 1000V

Spannungskanal: 1500V

Geräte ohne BNC-Anschluß

Stromkanal: 1500V

Spannungskanal: 1500V

CAT III: Geräte mit BNC-Anschluß:

Stromkanal: 600V

Spannungskanal: 1000V

Geräte ohne BNC-Anschluß

Stromkanal: 1000V

Spannungskanal: 1000V

14.3 Anzeige der Meßwerte

Die Meßwerte werden generell 6stellig angezeigt. Die Position des Dezimalpunktes ist fest auf die Position gesetzt, die sich aus der Darstellung des maximal zulässigen Effektivwertes ergibt.

Wenn der gemessene Effektivwert kleiner als 0.75% des 'meßbaren Effektivwertes' des Meßbereiches ist, werden die Meßwerte des betroffenen Kanals als 0.0 angezeigt. Z.B. bekommt man im 0.15A Strommeßbereich Werte von 0.000; 2.250mA...469.000mA angezeigt.

14.4 Standard Meßkanal**14.4.1 Abtastung**

Die Abtastung wird auf allen Kanälen gleichzeitig mit etwa 100kHz pro Kanal durchgeführt.

14.4.2 Meßbereiche**Spannungsmeßbereiche**

Nennwert Meßbereich / V	6	12.5	25	60	130	250	400	600
Meßbare Eff. Wert / V	7.2	14.4	30	60	130	270	560	720
Zulässiger Spitzenwert / V	12.5	25	50	100	200	400	800	1600

Überlastfestigkeit 600V dauernd, 1500V für 1s

Eingangswiderstand $1M\Omega$, 23pF

Erdkapazität 45pF

Gleichtaktunterdrückung >140dB (gemessen mit 100V bei 100kHz)

**Bitte beachten!**

Der 'Meßbare Effektivwert' ist der größte Effektivwert, der mit voller Genauigkeit gemessen werden kann. Daß heißt nicht, daß dieser Wert auch gemessen werden darf, wenn Sicherheitsnormen dem entgegenstehen!

Strommeßbereiche

Nennwert Meßbereich / A	0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	10	20	120	240	480	960
Meßbarer Eff. Wert / A	0.3	0.6	1.3	2.6	5.2	10	21	21	21	21	21	21
Zulässiger Spitzenwert / A	0.469	0.938	1.875	3.75	7.5	15	30	60	120	240	480	960

Überlastfestigkeit	24A dauernd, 160A für 1s
Eingangswiderstand Ri	5mΩ
Erdkapazität	51pF
Gleichtaktunterdrückung	>150dB (gemessen mit 100V bei 100kHz)
Kapazität zwischen U und I	5pF
Kanaltrennung	>140dB (gemessen mit 100V bei 100kHz)

Spannungseingänge für externe Shunts / Stromumformer

Nennwert Meßbereich / V	0.03	0.06	0.12	0.25	0.5	1	2	4
Meßbarer Eff. Wert / V	0.06	0.13	0.27	0.54	1	2	4	8
Zulässiger Spitzenwert / V	0.0977	0.1953	0.3906	0.7813	1.563	3.125	6.25	12.5

Überlastfestigkeit	100V dauernd, 250V für 1s
Eingangswiderstand	100kΩ, 28pF
Gleichtaktunterdrückung	>134dB (gemessen mit 100V bei 100kHz)

14.4.3 Genauigkeit**Meßgenauigkeit**

Die Werte sind zu lesen als $\pm(\% \text{ vom Meßwert} + \% \text{ vom Meßbereich})$

Frequenz/Hz	DC	0.05-15	15-45, 65-1k	45-65	1k-3k	3k-15k	15k-50k
Spannung	0.02+0.06	0.02+0.03	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03...0.06	0.1+0.2	0.5+1.0
Strom	0.02+0.07	0.02+0.03	0.015+0.03	0.01+0.02	0.03...0.06	0.1+0.2	0.5+1.0
Wirkleistung	0.03+0.07	0.035+0.03	0.025+0.03	0.015+0.02	0.05...0.06	0.2+0.2	1.0+1.0

Die Genauigkeiten gelten bei:

1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen
2. Umgebungstemperatur 23°C, keine zusätzliche Heizung oder Kühlung (z.B. Sonnenbestrahlung oder Luftstrom)
3. Anwärmzeit 1h
4. Leistungsmeßbereich ist das Produkt aus Strom- und Spannungsmeßbereich, $0 \leq |\lambda| \leq 1$

5. Aussteuerung $\geq 10\%$ vom Meßbereich
6. Kalibrierintervall 1 Jahr

Temperatureinfluß: 0.01% vom Meßwert / K

Einfluß der Signalkopplung

AC Kein Einfluß

AC+DC Strom: Zusätzlicher DC-Strom-Fehler von $<\pm(10\mu\text{V}/R_i)$

Wirkleistung: Zusätzlicher DC Fehler von $<\pm(10\mu\text{V}^2/R_i/V_{\text{DC}})$

R_i ist der Eingangswiderstand des Stromkanals. Dieser Einfluß muß beachtet werden, wenn der direkte Strommeßeingang des Meßkanals benutzt wird.

Ein Beispiel, wie mit den Fehlerangaben umzugehen ist, findet man in 13.3.1, 'Genauigkeit gemessener und berechneter Größen'

14.5 500kHz Version (Option)

14.5.1 Genauigkeit

Die Werte sind zu lesen als $\pm(\% \text{ vom Meßwert} + \% \text{ vom Meßbereich})$

Frequenz/Hz	DC	0.05-15	15-45, 65-1k	45-65	1k-3k	3k-15k
Spannung	0.02+0.06	0.02+0.03	0.015+0.03	0.01+0.02	0.025...0.05	0.03+0.06
Strom	0.02+0.07	0.02+0.03	0.015+0.03	0.01+0.02	0.025...0.05	0.03+0.06
Wirkleistung	0.03+0.07	0.035+0.03	0.025+0.03	0.015+0.02	0.04...0.05	0.05+0.06

Frequenz/Hz	15k-100k	100k-200k	200k-300k	300k-400k	400k-500k
Spannung	0.1+0.2	0.5+1.0	1.0+2.0	3.0+3.0	4.0+4.0
Strom	0.1+0.2	0.5+1.0	1.0+2.0	3.0+3.0	4.0+4.0
Wirkleistung	0.2+0.2	1.0+1.0	2.0+2.0	6.0+3.0	7.0+4.0

Die Genauigkeiten gelten bei:

1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen
2. Umgebungstemperatur 23°C
3. Anwärmzeit 1h
4. Leistungsmeßbereich ist das Produkt aus Strom- und Spannungsmeßbereich, $0 \leq |\lambda| \leq 1$
5. Aussteuerung $\geq 10\%$ vom Meßbereich
6. Kalibrierintervall 1 Jahr

Temperatureinfluß: 0.01% vom Meßwert / K

Einfluß der Signalkopplung

AC Kein Einfluß

AC+DC Strom: Zusätzlicher DC-Strom-Fehler von $<\pm(10\mu\text{V}/R_i)$

Wirkleistung: Zusätzlicher DC Fehler von $<\pm(10\mu\text{V}^2/R_i/V_{\text{DC}})$

R_i ist der Eingangswiderstand des Stromkanals. Dieser Einfluß muß beachtet werden, wenn der direkte Strommeßeingang des Meßkanals benutzt wird.

Ein Beispiel, wie mit den Fehlerangaben umzugehen ist, findet man in 13.3.1, 'Genauigkeit gemessener und berechneter Größen'

14.6 Modifizierte Eingangskanäle

14.6.1 3V Kanal

Statt des üblichen 600V Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / V	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.5	3
Meßbarer Eff. Wert / V	0.03	0.06	0.12	0.24	0.48	0.96	1.8	3.6
Zulässiger Spitzenwert / V	0.049	0.098	0.195	0.391	0.781	1.563	3.125	6.25

Überlastfestigkeit 100V dauernd, 250V für 1s

Eingangswiderstand 100k Ω , 70pF

14.6.2 12V Kanal

Statt des üblichen 600V Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / V	0.1	0.2	0.4	0.8	1.5	3	6	12
Meßbarer Eff. Wert / V	0.16	0.33	0.67	1.33	2.5	5	10	20
Zulässiger Spitzenwert / V	0.24	0.47	0.94	1.88	3.75	7.5	15	30

Überlastfestigkeit 100V dauernd, 250V für 1s

Eingangswiderstand 100k Ω , 70pF

14.6.3 60V Kanal

Statt des üblichen 600V Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / V	0.4	0.8	1.5	3	6	12	25	60
Meßbarer Eff. Wert / V	0.48	0.96	1.8	3.6	7.2	14.4	30	60
Zulässiger Spitzenwert / V	0.781	1.563	3.125	6.25	12.5	25	50	100

Überlastfestigkeit 250V dauernd, 600V für 1s

Eingangswiderstand 330k Ω , 40pF

14.6.4 650V Kanal

Nennwert Meßbereich / V	12.5	25	60	130	250	400	600	650
Meßbare Eff. Wert / V	14.4	30	60	130	270	560	720	1000
Zulässiger Spitzenwert / V	25	50	100	200	400	800	1600	3200

Überlastfestigkeit 1000V dauernd, 1500V für 1s

Eingangswiderstand $2M\Omega$, 14pF

14.6.5 80mA Kanal

Statt des üblichen 960A Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / mA	0.6	1.2	2.5	5	10	20	40	80	500	1000	2000	4000
Meßbarer Eff. Wert / mA	1.2	2.4	5	10	20	40	80	160	320	640	800	800
Zulässiger Spitzenwert / mA	2	4	8	16	32	65	130	250	500	1000	2000	4000

Überlastfestigkeit 0.8A dauernd, 2A für 1s

Eingangswiderstand Ri 0.5Ω

14.6.6 1.2A Kanal

Statt des üblichen 960A Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / A	0.01	0.02	0.04	0.08	0.15	0.3	0.6	1.2	7.5	15	30	60
Meßbarer Eff. Wert / A	0.02	0.04	0.08	0.16	0.3	0.6	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Zulässiger Spitzenwert / A	0.0293	0.0585	0.1171	0.2343	0.469	0.938	1.875	3.75	7.5	15	30	60

Überlastfestigkeit 2A dauernd, 5A für 1s

Eingangswiderstand Ri 0.1Ω

14.6.7 5A Kanal

Statt des üblichen 960A Kanals kann im LMG95 auch folgender Kanal eingebaut sein:

Nennwert Meßbereich / A	0.04	0.08	0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	30	60	120	240
Meßbarer Eff. Wert / A	0.08	0.16	0.3	0.6	1.3	2.6	5	6	6	6	6	6
Zulässiger Spitzenwert / A	0.1171	0.2343	0.469	0.938	1.875	3.75	7.5	15	30	60	120	240

Überlastfestigkeit 6A dauernd, 15A für 1s

Eingangswiderstand Ri $20m\Omega$

14.7 Filter

14.7.1 Anti-Aliasing-Filter (AAF)

Das analoge Anti-Aliasing-Filter hat folgende Eigenschaften:

Frequenz / Hz	Dämpfung / dB
10	0.0019
20	0.0005
50	0
100	-0.0004
200	-0.0014
500	-0.0086
1000	-0.0319
2000	-0.1459
5000	-0.8350
10000	-3.16
20000	-14.45
50000	-49.45

14.8 CE Harmonische

Relative Abweichung zwischen f_1 und f_{syn} , zu der die Abtatsrate synchronisiert ist $<0.015\%$ von f_1 unter statischen Bedingungen

Dämpfung des Anit-Aliasing Filters $> 50\text{dB}$

Amplitudenfehler
Der Fehler jeder einzelnen Harmonischen entspricht dem, den die Harmonische als alleiniges Signal hätte. Die Fehler sind den Genauigkeitstabellen zu entnehmen. Dieser Fehler gilt, wenn die Amplitude der Harmonischen $>0.1\%$ des Bereichsspitzenwertes ist.

Phasenfehler $0.15^\circ+0.25^\circ/\text{kHz}$

Dieser Fehler gilt, wenn die Amplitude der Harmonischen $>0.1\%$ des Bereichsspitzenwertes ist.

Bitte beachten

Der Einfluß des Anti-Aliasing Filters ist bei den Harmonischen kompensiert. Die Werte U_{trms} , I_{trms} und P sind jedoch nicht kompensiert, da sie aus den Abtastwerten berechnet werden und nicht aus den Harmonischen. Somit sind in diesen 3 Größen auch zwischenharmonische Signalanteile enthalten. Es ist deshalb nicht möglich, diese Signale zu korrigieren.

14.9 Prozeßsignalschnittstelle

14.9.1 Analogeingänge

Abtastrate:	1kHz
Auflösung:	16Bit
Genauigkeit:	$\pm(0.05\% \text{ vom Me\sswert} + 0.05\% \text{ vom Me\ssbereich})$
Eingangssignal:	$\pm 12\text{V}$
Überlastfestigkeit:	-25...+25V
Eingangswiderstand:	100k Ω
Speichergröße:	512kWord

14.9.2 Analogausgänge

Wandelrate:	100kHz
Auflösung:	16Bit
Genauigkeit:	$\pm(0.05\% \text{ vom Me\sswert} + 0.05\% \text{ vom Endwert})$
Ausgangssignal:	$\pm 11\text{V}$
Last:	Lastwiderstand >2k Ω

14.9.3 Digitaleingänge

Abtastrate:	1kHz
Eingangssignal:	$U_{\text{lowmax}}=1\text{V}, U_{\text{highmin}}=4\text{V}@2\text{mA}, U_{\text{highmax}}=60\text{V}@3\text{mA}$
Speichergröße:	512k Werte

14.9.4 Frequenzeingänge

Eingangssignal:	$U_{\text{lowmax}}=1\text{V}, U_{\text{highmin}}=4\text{V}, U_{\text{highmax}}=10\text{V}$
Eingangswiderstand:	1M Ω
Maximale Frequenz:	5MHz

14.9.5 Digitalausgänge

Die Digitalausgänge sind als 'open collector' ausgeführt.

Ausgang hochohmig: max 30V@100 μ A

Ausgang niederohmig: max. 1.5V@100mA

14.9.6 Hilfsversorgung

Ausgangsspannung: $\pm 5V$, 10% @ 50mA

14.10 Auxiliary transducer supply

Dieser Ausgang liefert 2 Spannungen:

+15V, $\pm 10\%$, $I_{\max}=0.4A$

-15V, $\pm 10\%$, $I_{\max}=0.2A$

Mit einem Spezialkabel kann man einen PSU600 Stromwandler aus diesem Anschluß versorgen. Bitte kein 1:1 Kabel verwenden!

Dieser Ausgang ist mit zwei Sicherungen 5x20mm T1A/250V IEC127-2/3 abgesichert. Sie sind nach Entfernen des Gehäusebodens erreichbar (in der Nähe der Ausgangsbuchse). Der Aufdruck auf der Platine (0.5A) ist zu **ignorieren!**.

15 System Architektur

15.1 Weitere Anschlüsse

15.1.1 Externe Synchronisation (Sync.)

Die Buchse für die externe Synchronisation bietet die folgenden Funktionalitäten:

- Über die Pins 1 und 2 kann man das LMG95 extern synchronisieren.
- Über die Pins 6, 7 und 9 kann man die Energiemessung steuern und abfragen.

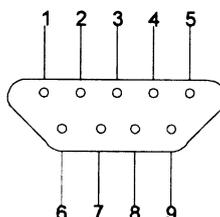


Bild 39: Sync. Anschluß

Pin	Bedeutung
1	Masse der externen Synchronisation
2	+5V Signaleingang der externen Synchronisation
6	Masse der Control-Signale
7	Control Out
9	Control In

Die externe Synchronisation ist ein 5V Eingang über den das LMG95 synchronisiert werden kann. Zu diesem Zweck wird mit der steigenden Flanke ein positiver Nulldurchgang, mit der fallenden Flanke ein negativer Nulldurchgang nachgebildet.

Das Signal muß eine LED mit einem 1.5k Ω Vorwiderstand treiben können.

‘Control In’ ist ein 5V Eingang, der die Energiemessung des LMG95 kontrolliert. Die fallende Flanke wird so behandelt, als ob man auf die *Start* Taste drückt, eine steigende Flanke simuliert

die *Stop* Taste (siehe 5.4.5.1 Integral Menu).

Das Signal muß eine LED mit einem 1.5k Ω Vorwiderstand treiben können.

‘Control Out’ ist ein ‘open collector’ Ausgang. Er ist niederohmig, wenn das LMG95 Werte aufintegriert, ansonsten hochohmig.

15.1.2 Auxiliary transducer supply

Über diese Buchse können externe Stromwandler (speziell PSU600) mit Energie versorgt werden.

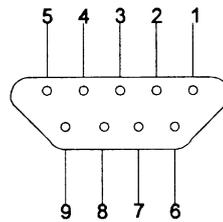


Bild 40: Versorgung externe Stromwandler

Pin	Bedeutung
1, 2, 6	-15V
3, 7, 8	GND
4, 5, 9	+15V

Die genauen technischen Spezifikationen können Kapitel 14.10, „Auxiliary transducer supply“ entnommen werden.

15.2 Blockdiagramm LMG95

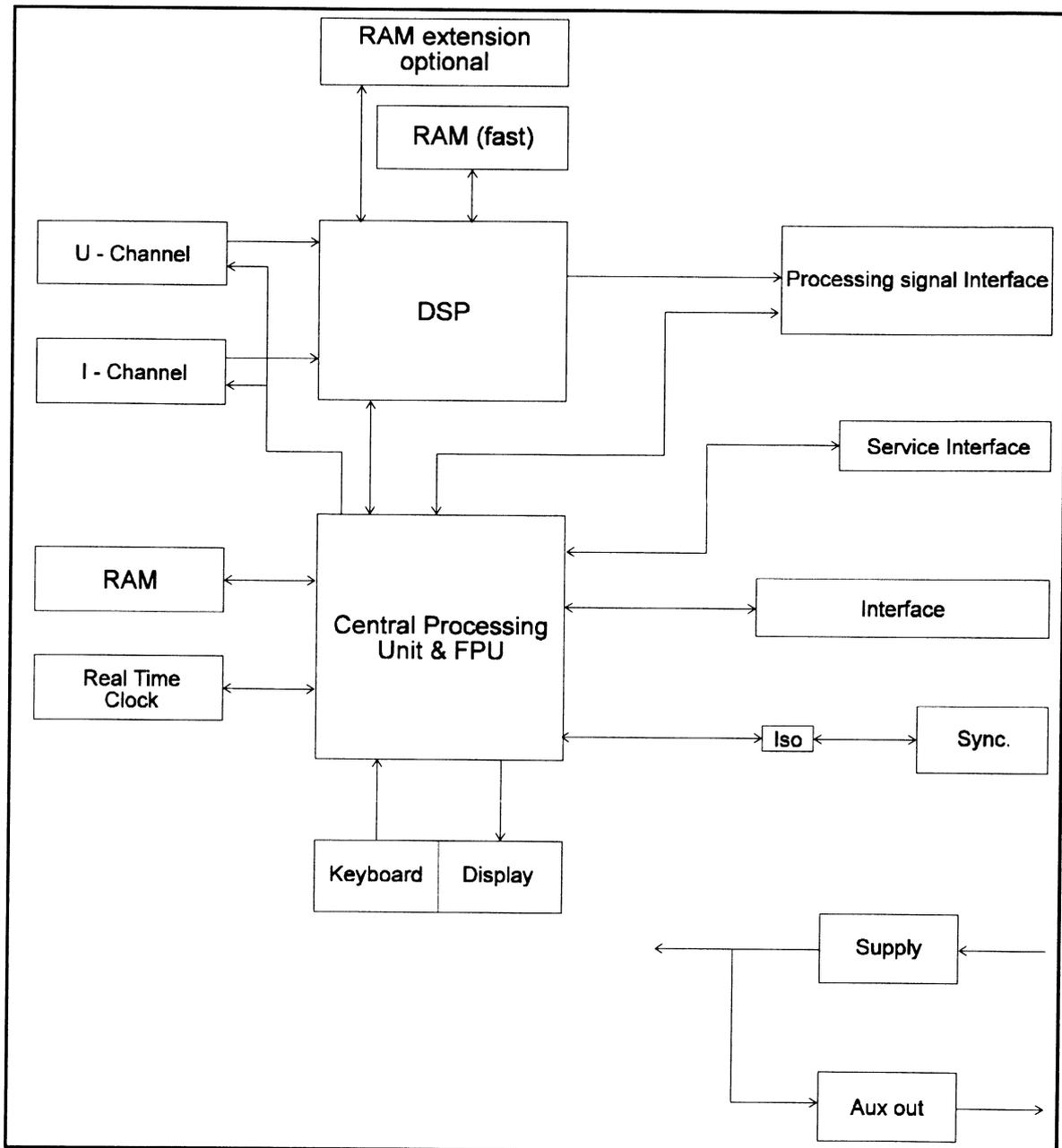


Bild 41: Blockdiagramm LMG95

15.3 Blockdiagramm Spannungsmesskanal

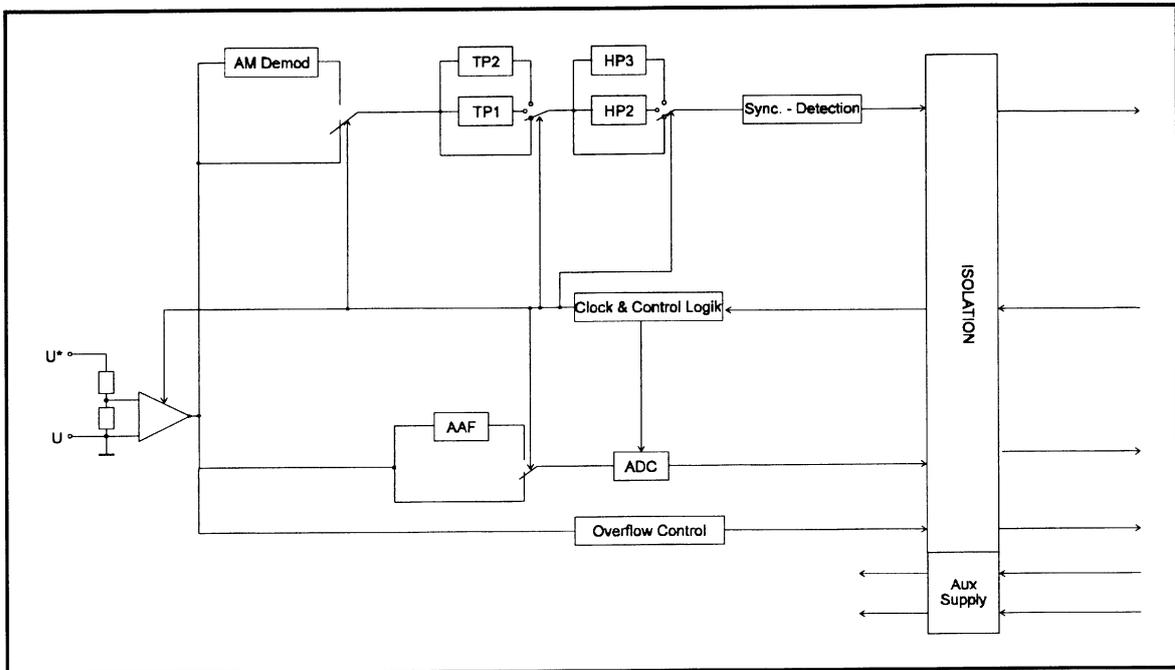


Bild 42: Blockdiagramm U-Kanal

15.4 Blockdiagramm Strommeßkanal

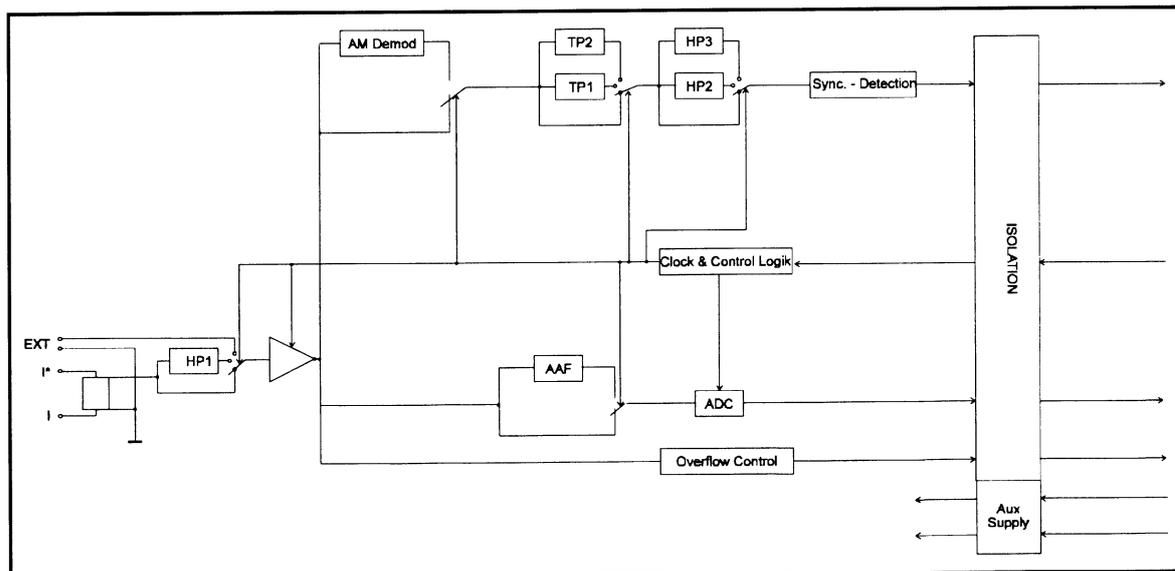


Bild 43: Blockdiagramm I-Kanal

15.5 Blockdiagramm Hauptrechner

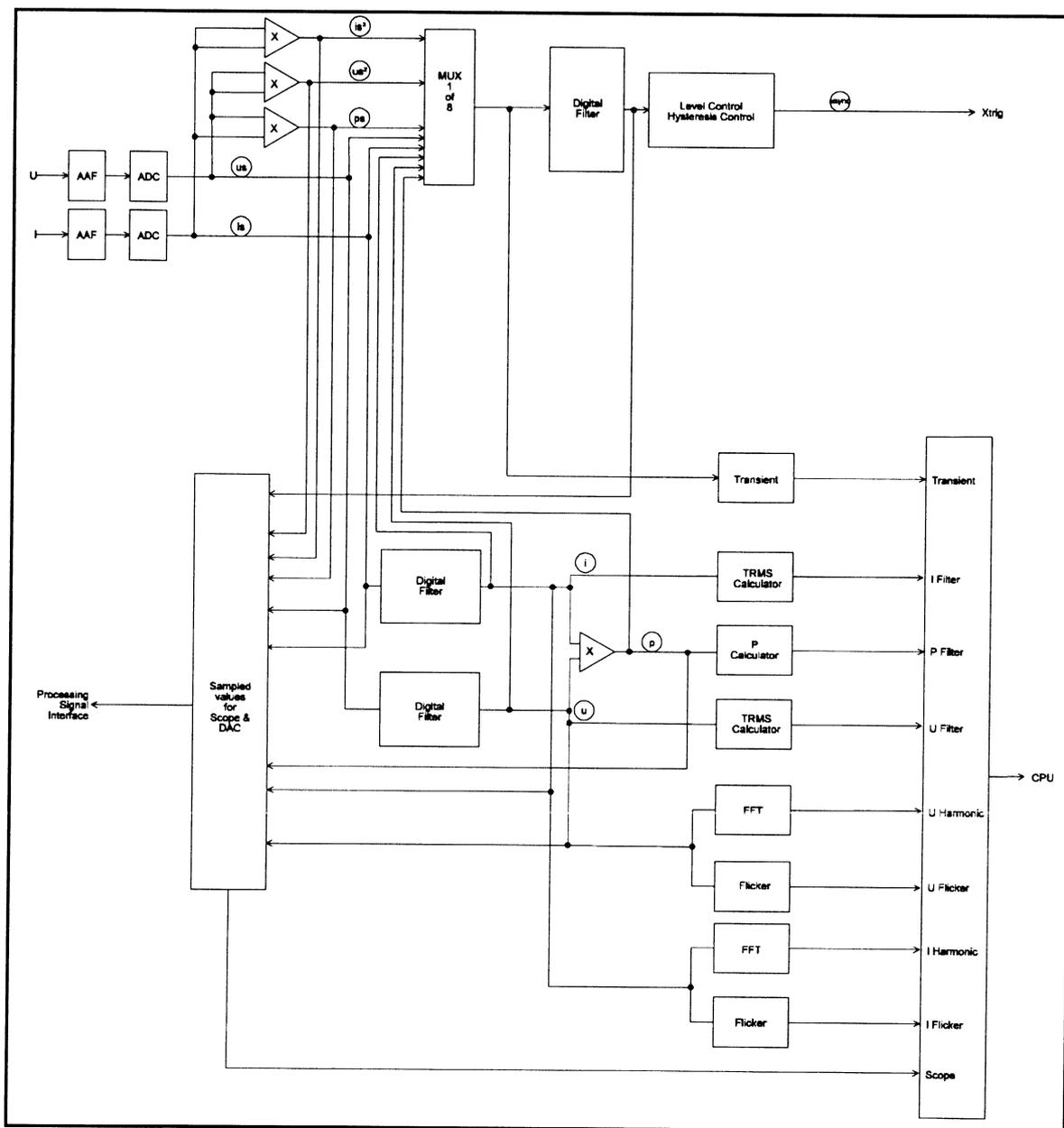


Bild 44: Blockdiagramm Hauptrechner

Die Texte in den Kreisen bezeichnen interne Signale, die in verschiedenen Menüs ausgewählt werden können (z.B. Scope oder extended Trigger).

15.6 Blockdiagramm Computer-Schnittstelle

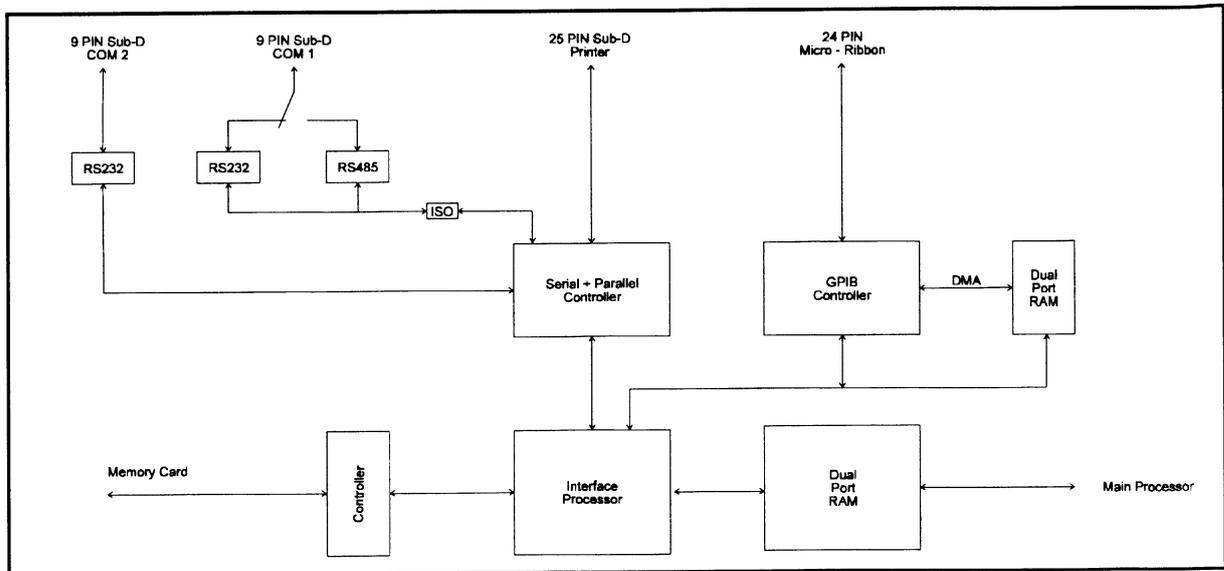


Bild 45: Blockdiagramm Computer-Schnittstelle

15.7 Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle

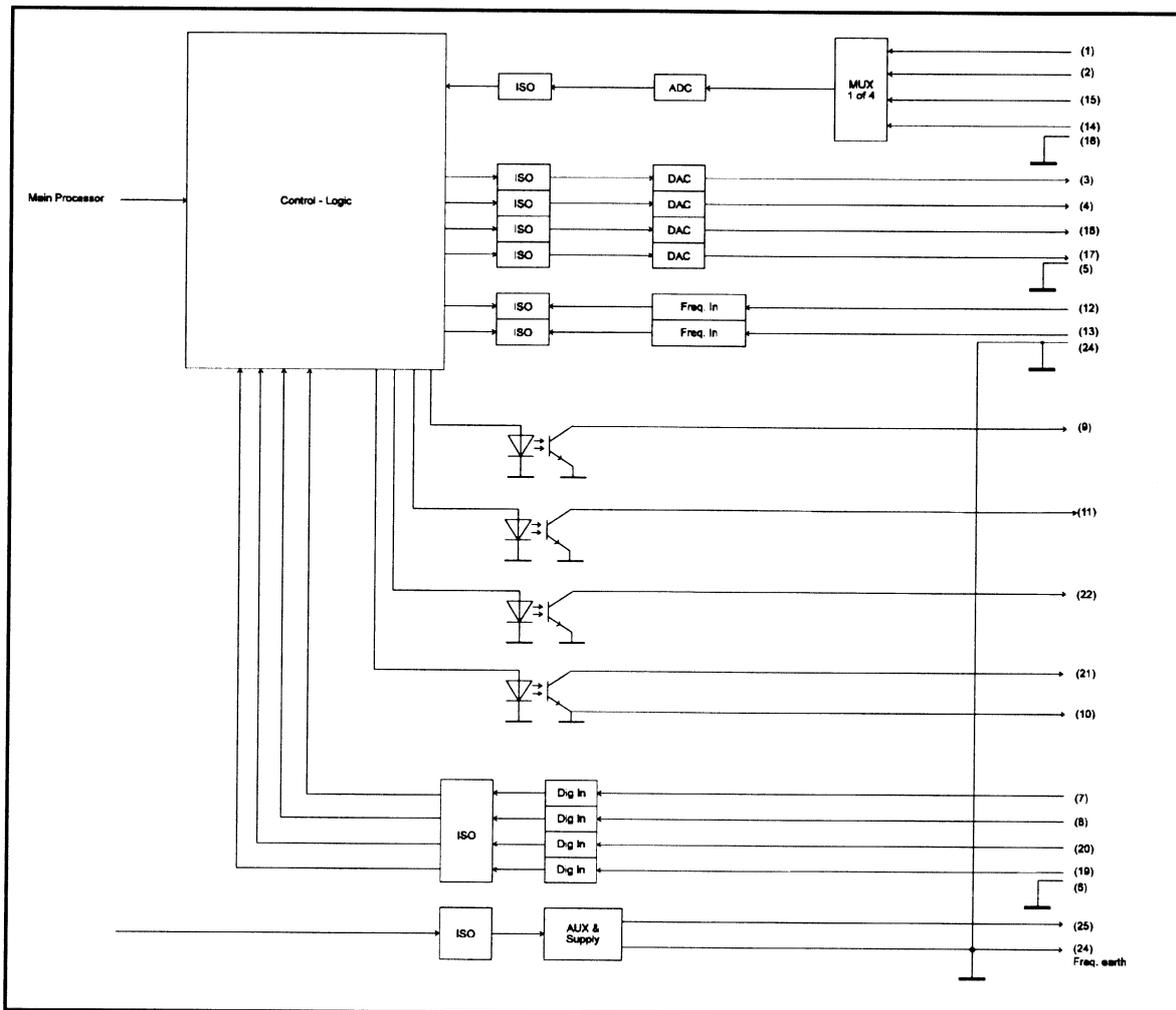


Bild 46: Blockdiagramm Prozeßsignalschnittstelle

16 Index

/	
/nquery/	83
/qonly/	83

<	
<list> Daten	86
<NRf> Daten	85
<NRi> Daten	85

I	
1.2A Kanal	189
100-Harmonische-Meßmodus	65
12V Kanal	188

3	
3V Kanal	188

5	
500kHz Version	187
5A Kanal	189

6	
60V Kanal	188
650V Kanal	189

8	
80mA Kanal	189

A	
Abtastung	185
AC Anteil	40; 52
Allgemeine Menüs	17
Allgemeines	3
Analog I/O	16
Analogausgänge	21; 169; 191
Analogeingänge	20; 169; 191
Anlaufstrom	40
Anschluß	7
Anschlüsse	15; 164; 193
Anti-Aliasing-Filter (AAF)	189
Antworten vom Meßgerät	87
Anzeige	16
Anzeige von Meßwerten	42; 53; 61; 68; 73
Aufstellen	7
Aufzeichnung von Meßwerten auf Speicherkarte und Drucker	171
Ausgabe (Loggen) von Meßwerten	48; 57; 63; 70; 74
Auspacken	7
Auto Zero	175
Automatische Meßbereichsumschaltung	39
Autorange	39
Auxiliary transducer supply	16; 192; 194

B	
Bedienelemente	13
Bedienung	4
Benutzerdefiniertes Menü	48; 57; 63; 69
Berechnung der Meßwerte	40; 51; 60
Bewertung der Harmonischen	49
Blindenergie	41
Blindleistung	41
Blindwiderstand	41
Blockdiagramm Computer-Schnittstelle	198
Blockdiagramm Hauptrechner	197
Blockdiagramm LMG95	195
Blockdiagramm Prozeßsignal-Schnittstelle	199
Blockdiagramm Spannungsmeßkanal	196
Blockdiagramm Strommeßkanal	196

Bright.....17

C

CE-Flicker Meßmodus.....59
 CE-Harmonische-Meßmodus49
 character program data.....86
 COM Schnittstelle18
 COM115; 164
 COM215; 165
 Computer Schnittstellen.....75
 configuration71
 Contrast.....17
 Current.....13; 43; 53; 61; 69
 Custom.....14
 Cycle.....36
 Cycletime36

D

D.....68
 Datalogging171
 Datenaufzeichnung75
 Datum setzen.....17
 dc.....61
 DC Anteil.....40; 52
 Default13; 42; 53; 61; 68
 defined length arbitrary block response data.....88
 Digitalausgänge22; 169; 192
 Digitaleingänge21; 169; 191
 DIP-Schalter.....15; 165
 dmax61
 Drehknopf14
 Drucken von Formeln31
 Drucker18; 171
 Druckerschnittstelle.....165

E

Effektivwert40; 52; 60
 Eingabe von Kennungen32
 Eingangswiderstand.....185; 189
 Einstellungen.....19
 Werks.....7
 Endezeichen78
 Energie.....41; 43
 Energy13; 43; 54; 61
 ENTER14
 Erdkapazität185
 ESC.....14
 Externe Synchronisation (Sync.)193
 Externer Shunt8

F

Fehlerrechnung.....176
 Fernsteuerbetrieb.....19
 Fernsteuerung.....75
 Filter36; 72; 189
 Flicker.....59; 61
 Formel Editor23
 Formeleditor
 Grammatik24
 Formfaktor40
 Freeze13
 Frequenzeingänge.....169; 191
 Frontseite13
 Function14

G

Genauigkeit.....176; 186; 187
 gemessener und berechneter Größen.....176
 Gewicht.....183
 Gleichrichtwert.....40
 Gleichtaktunterdrückung.....185
 GPIB Schnittstelle18
 Graph13
 Graphische Anzeige.....45; 55; 62; 69; 73
 Klasse D.....55
 Grundeinstellungen7
 Grundschiwingung.....67

H

Harmonische49; 65
 Header.....19
 Helligkeit17
 Hilfsversorgung169; 192
 Hinweise und Warnvermerke.....1

I

I14
 I*14
 ID.....88
 IEC61000-3-2.....57
 IEC61000-3-360; 63
 IEC61000-4-1560
 IEC86860
 IEEE48815
 IEEE488.2165
 IEEE488.2 Kommandos88
 IF/IO14; 18

Inbetriebnahme.....	7
inrush current.....	40
Int. Val.....	13
Int.Time.....	14
Integral.....	14
Integral Menu.....	43
Integration.....	43
starten.....	44
stoppen.....	44

K

Kanaltrennung.....	186
Kapazität zwischen U und I.....	186
Kennungen.....	32
Klimaklasse.....	183
Klirrfaktor.....	52
Komandos.....	88
Kommandos.....	82
Konfiguration.....	35; 49; 59; 65
laden.....	32
speichern.....	32
Werkseinstellungen.....	31
zurücksetzen.....	31
Konfigurationen verwalten.....	31
Kontrast.....	17
Kopplung.....	35; 71
Krestfaktor.....	40; 52

L

Laden der Konfiguration.....	32
Ladung.....	42
Langzeitauswertung.....	54
Langzeitauswertung der Harmonischen.....	50
Leistung.....	40; 52
Leistungsfaktor.....	41
Leistungsumfang und Einsatzgebiete.....	3
list Daten.....	86
Loggen.....	48; 57; 63; 70; 74
Logging.....	171

M

Maße.....	183
Measure.....	14
Measuring.....	35; 49; 59; 65; 71; 72
Meßbereiche.....	38; 51; 60; 66; 73; 175; 185
Meßbereichsumschaltung	
automatisch.....	39
Meßeinstellungen.....	35; 49; 59; 65; 71; 72
Meßfehler.....	176; 186

Meßgenauigkeit.....	186
Meßmodus	
100 Harmonische.....	65
CE Harmonische.....	49
Flicker.....	59
normaler.....	35
Transienten.....	71
Meßschaltung mit externem Shunt.....	10
Meßschaltung mit externem Stromsensor.....	10
Meßschaltung mit externem Stromumsetzer.....	9
Meßschaltung mit internem Strompfad.....	9
Meßunsicherheit.....	176; 186
Meßwertdefinitionen.....	39; 51; 60; 67
Meßwerte	
Anzeige.....	42; 73
anzeigen.....	61; 68
berechnen.....	67
Berechnung.....	40
Meßzykluszeit.....	36
Misc.....	14; 17
Mittelung.....	50
Modifizierte Eingangskanäle.....	188

N

Normaler Meßmodus.....	35
nquery.....	83
NRf Daten.....	85
NRi Daten.....	85
Nullmodem.....	164; 165
Nullpunktgleich.....	175

O

Oberschwingungen.....	49; 65
Operation Status Data Structure.....	82
Optionen.....	75; 169; 187
Options.....	14; 18

P

parallele Schnittstelle.....	18; 165
PC Anschluß.....	19
PE.....	16
Plot Funktion.....	47; 62
Plot-Funktion	
X/Y Darstellung.....	48
Plt.....	61
Pmom.....	61
Power.....	13; 43; 54; 61; 69
Print/Log.....	13
Printer.....	15; 18; 165; 171

Prozeßsignalschnittstelle.....	20; 169; 191
Pst.....	61
PSU.....	11; 16; 192; 194

Q

qonly.....	83
Questionable Status Register Structure	81

R

Range.....	38; 51; 60; 66; 73; 175
Ranges	14
Register.....	78
Reset.....	7
Rückseite.....	15

S

Save/Recall	13
Scheinenergie	41
Scheinleistung	41
Scheinwiderstand	41
Schnittstellen.....	18; 75
Schutzart	183
Schutzklasse	183
Schwingungpaketsteuerung.....	36
Scope Funktion.....	45
SCPI.....	75
Senden zum Meßgerät	83
Service	15
Setzen	
Datum	17
Zeit	17
Setzen des LMG95	78
Shunt	
extern.....	38
intern.....	38
Shunteingang.....	186
Sicherheitshinweise.....	1; 7
Software Update	181
Spannungsmessbereiche.....	185
Spannungsschwankungen.....	59
Speicherkarte.....	18; 48; 57; 63; 70; 74; 75; 171; 172
Speichern der Konfiguration	32
Spektrum.....	56; 69
Spitze-Spitze Wert.....	40
Standard Status Data Structure	79
Start	13
Start der Integration.....	44
Status	13
Statuszeile.....	16

Stop.....	13
Strommeßbereiche	186
Sync	15; 44; 193
Synchronisation	
externe	44; 193
System Architektur	193

T

Technische Daten	183
Tests nach IEC61000-3-2.....	57
Tests nach IEC61000-3-3.....	63
Tranientenmodus.....	71
Triggerung.....	35; 65

U

U.....	14
U*.....	14

Ü

Überlastfestigkeit	185; 189
Überspannungsklasse.....	183
Übertragungspuffer.....	77

U

Update.....	181
User	14

V

Verschmutzungsgrad.....	183
Verzerrungsblindleistung.....	68
Voltage.....	13; 42; 53; 61; 68

W

Warnvermerke.....	1
Widerstand.....	41
Wirkenergie.....	41
Wirkleistung.....	40
Wirkwiderstand.....	41
Write.....	13

X

XY-Plotfunktion48

Z

Zeit setzen17
 Zeitbasis36
 Zero Adjustment175
 Zykluszeit36

17 Index Schnittstellen Kommandos und Kennungen

*CLS88
 *ESE89
 *ESR?89
 *IDN?89
 *IST?89
 *OPC89
 *OPC?90
 *PRE90
 *RST90
 *SRE90
 *STB?90
 *TRG90
 *TST?91
 *WAI91

/

/nquery/83
 /qonly/83

:

:CALCulate
 :FORMula
 [:DEFine]92
 :LIMit
 :CLASs92
 :FCURrent92
 :PFACTOR93
 :POWer93
 :SYSTem93
 :VERSion93

:DISPlay

:BRIGHtness94
 :CONTRast94
 :FETCh
 [:SCALAr]
 :CURRent
 :AC?96
 :CFACTOR?96
 :DC?96
 :FFACTor?96
 :FSCale?96
 :INRush?96
 :MAXPk?97
 :MINPk?97
 :PPEak?97
 :RECTify?97
 :RUSed?97
 [:TRMS]?97
 :CYCLE
 :COUNT?98
 :TIME?98
 :DINPut?98
 :ENERgy
 :APPARENT?99
 :CHARGE?99
 :REACTIVE?100
 :TIME?100
 [:ACTIVE]?99
 :FLICKer
 :LTRemain?103
 :PHWave?103
 :SOURce
 :APMoment?104
 :DC?104
 :DELtat?104
 :DMAX?105
 :HWTRms?105
 :PLT?105
 :PMOMentary?105

:PST?.....	105	:PFACtor?.....	118
:RESult?.....	106	:PHASe?.....	118
:STATe?.....	106	:REACTive?.....	119
:STRemain?.....	107	[:ACTive]?.....	117
[[:EUTest]		:RESistance	
:APMoment?.....	101	:ASResist?.....	119
:DC?.....	101	:IMPedance?.....	119
:DELtat?.....	101	:RSIMPedance?.....	119
:DMAX?.....	101	:VARIable?.....	120
:HWTRms?.....	101	[[:VOLTage]	
:PLT?.....	102	:AC?.....	120
:PMOMentary?.....	102	:AINPut?.....	121
:PST?.....	102	:CFACtor?.....	121
:RESult?.....	102	:DC?.....	121
:FREQuency		:FFACtor?.....	121
:FINPut?.....	107	:FSCale?.....	121
[:SSource]?.....	107	:MAXPk?.....	122
:HARMonics		:MINPk?.....	122
:AMPower?.....	108	:PPEak?.....	122
:APFactor?.....	109	:RECTify?.....	122
:CDResult?.....	109	:RUSed?.....	122
:CURRent		[:TRMS]?.....	122
:AAMPLitude?.....	110	:FORMat	
:AFUNDamental?.....	110	:DATA.....	123
:AMPLitude?.....	110	:INITiate	
:GFResult?.....	110	:CONTinuous.....	124
:LIMit?.....	111	:COPY.....	124
:LTResult?.....	111	:IMMEDIATE.....	124
:OLIMit?.....	112	:INPut	
:PHASe?.....	112	:COUPling.....	125
:POHarmonic?.....	112	:INSTRument	
:POLimit?.....	112	:SElect.....	126
:SAverage?.....	112	:MEMory	
:SMOothed?.....	113	:FREeze.....	126
:STATe?.....	113	:READ	
:THARmonic?.....	114	[:SCALar]	
:THDistort?.....	114	:CURRent	
[[:VOLTage]		:AC?.....	96
:AMPLitude?.....	114	:CFACtor?.....	96
:GFResult?.....	115	:DC?.....	96
:LIMit?.....	115	:FFACtor?.....	96
:LTResult?.....	115	:FSCale?.....	96
:MAMPLitude?.....	115	:INRush?.....	96
:OLIMit?.....	116	:MAXPk?.....	97
:PHASe?.....	116	:MINPk?.....	97
:STATe?.....	116	:PPEak?.....	97
:THDistort?.....	117	:RECTify?.....	97
:POWER		:RUSed?.....	97
:AACTive?.....	117	[:TRMS]?.....	97
:AAPParent?.....	117	:CYCLE	
:APParent?.....	118	:COUNT?.....	98
:AREActive?.....	118	:TIME?.....	98
:FSCale?.....	118	:DINPut?.....	98
:ICAPacity?.....	118	:ENERgy	

:APParent?.....	99	:AMPLitude?.....	114
:CHARge?.....	99	:GFResult?.....	115
:REACTive?.....	100	:LIMit?.....	115
:TIME?.....	100	:LTResult?.....	115
[:ACTive]?.....	99	:MAMPLitude?.....	115
:FLICKer		:OLIMit?.....	116
:LTRemain?.....	103	:PHASe?.....	116
:PHWave?.....	103	:STATe?.....	116
:SOURce		:THDistort?.....	117
:APMoment?.....	104	:POWER	
:DC?.....	104	:AACTive?.....	117
:DELtat?.....	104	:AAPParent?.....	117
:DMAX?.....	105	:APParent?.....	118
:HWTRms?.....	105	:AREactive?.....	118
:PLT?.....	105	:FSCale?.....	118
:PMOMentary?.....	105	:ICAPacity?.....	118
:PST?.....	105	:PFACTOR?.....	118
:RESult?.....	106	:PHASe?.....	118
:STATe?.....	106	:REACTive?.....	119
:STRemain?.....	107	[:ACTive]?.....	117
[:EUTest]		:RESistance	
:APMoment?.....	101	:ASResist?.....	119
:DC?.....	101	:IMPedance?.....	119
:DELtat?.....	101	:RSIMPedance?.....	119
:DMAX?.....	101	:VARiable?.....	120
:HWTRms?.....	101	[:VOLTage]	
:PLT?.....	102	:AC?.....	120
:PMOMentary?.....	102	:AINPut?.....	121
:PST?.....	102	:CFACTOR?.....	121
:RESult?.....	102	:DC?.....	121
:FREQuency		:FFACTor?.....	121
:FINPut?.....	107	:FSCale?.....	121
[:SSource]?.....	107	:MAXPk?.....	122
:HARMonics		:MINPk?.....	122
:AMPower?.....	108	:PPEak?.....	122
:APFactor?.....	109	:RECTify?.....	122
:CDResult?.....	109	:RUSed?.....	122
:CURRent		[:TRMS]?.....	122
:AAMPLitude?.....	110	:SENSE	
:AFUNdamental?.....	110	:AINPut	
:AMPLitude?.....	110	:FSCale.....	127
:GFResult?.....	110	:ZERO.....	127
:LIMit?.....	111	:AVERage	
:LTResult?.....	111	:COUNt.....	128
:OLIMit?.....	112	:CURRent	
:PHASe?.....	112	:DETEctor.....	128
:POHarmonic?.....	112	:RANGe	
:POLimit?.....	112	:AUTO.....	129
:SAverage?.....	112	[:UPPer].....	129
:SMOothed?.....	113	:SCALE.....	130
:STATe?.....	113	:FILTer	
:THARmonic?.....	114	[:LPASs]	
:THDistort?.....	114	[:STATe].....	131
[:VOLTage]		:FINPut	

:SCALE.....	132	:PTRansition.....	146
:FLICKer		[:EVENT]?.....	146
:PERiods.....	132	:PRESet.....	147
:STime.....	132	:QUEStionable	
:HARMonics		:CONDition?.....	147
:REFeRence.....	133	:ENABle.....	147
:SMOoth.....	133	:NTRansition.....	148
:TIME.....	133	:PTRansition.....	148
:INTegral		[:EVENT]?.....	148
:DATE.....	134	:SYSTem	
:INTerval.....	134	:BEEPer	
:MODE.....	134	:IMMediate.....	149
:STATe?.....	135	:DATE.....	149
:TIME.....	135	:ERRor	
:SWEep		:ALL?.....	150
:TIME.....	135	:COUNt?.....	150
:TRANsient		[:NEXT]?.....	150
:ACRegister.....	136	:HELP	
:DURation.....	137	:HEADers?.....	151
:LIMita.....	137	:SHEDers?.....	151
:LIMitb.....	137	:KEY.....	152
:OCRegister.....	137	:LANGUage.....	153
:PRETrigger.....	138	:PHEader.....	153
:RTIME.....	138	:TIME.....	154
:SIGNal.....	138	:VERSion?.....	155
:SRDT.....	138	:TRIGger	
:SRDY.....	138	:ACTion.....	155
:SROVer.....	139	:ICURrent.....	156
:VOLTag		:INTerval	
:RANGe		:RESet.....	157
:AUTO.....	140	:STARt.....	157
[:UPPer].....	140	:STOP.....	157
:SCALE.....	140	[:SEQuence]	
:WAVEform		:COUPle.....	158
:IUPDate.....	141	:SOURce.....	158
:SATRigger?.....	141		
:SBTRigger?.....	141		
:SSAMples?.....	142		
:WAVE?.....	142		
:SOURce			
:DIGital			
:CONDition.....	143		
:LIMit.....	143		
:VALue.....	143		
:VOLTag			
:SCALE			
:FSCale.....	144		
:ZERO.....	144		
:VALue.....	145		
:STATus			
:OPERation			
:CONDition?.....	146		
:ENABle.....	146		
:NTRansition.....	146		

<	
<list> Daten.....	86
<NRf> Daten.....	85
<NRi> Daten.....	85

A

Abtastwerte	
gespeicherte.....	142
Informationen.....	141
lesen.....	142
nach Triggerzeitpunkt.....	141
vor Triggerzeitpunkt.....	142
AC	
Spannung.....	121

Strom	96
ACTN	155
AIHI	127
AILO	127
Ain	121
AIVA?	121
Aktion	156
Aktualisierung	
Meßwerte	124
Amplitude	
Spannungsharmonische	114
Stromharmonische	110
Analog Ausgang	
Nullpunkt	144
Analog Ausgänge	
Full Scale	144
Wert	145
Analog Eingang	
Full Scale	127
Nullpunkt	127
Analogeingang	
Spannung	121
Anlaufstrom	
messen	156
Anzahl Fehler	150
AOHI	144
AOIX	145
AOLO	144
Aufzeichnungsdauer	
Transienten	138
Ausgabe	
Harmonische Norm	93
Aussteuerung	
Strom	97; 122
Auswertebedingung	
Digital Ausgang	143
Autorange	
Spannung	140
Strom	129
AVER	128
average	128

B	
Bedingung	
Digital Ausgang	143
BEEP	149
Beispiel	
SCPI	160
SHORT	162
Blindenergie	100
Blindleistung	119
Blindwiderstand	
seriell	119

C	
character program data	86
CONT	124
COPY	124
COUNT?	98
COUPL	158
Crest Faktor	
Spannung	121
Strom	96
CYCL	135
Cycle	135
CYCR?	98

D	
d(t)	101; 104
DATE	149
Daten	
Ausgabeformat	123
Datum	
Start Energiemessung	134
System	149
DC	101; 104
Spannung	121
Strom	96
dcl	101
dcs	104
Defaultwerte	
Operation und Query Register	147
device	
reset	90
DIFQ?	107
DIFS	132
DigFrq	107
Digital Ausgang	
Auswertebedingung	143
Digital Ausgänge	
Grenzwerte	143
Wert	143
Digitaleingänge	99
DISB	94
DISC	94
Display	
Helligkeit	94
Kontrast	94
DIST?	98
dmax	101; 105
dmaxl	101
dmaxs	105
DOCO	143
DOIX	143
DOLI	143

Drucker		
header	.....	154
dt		
Transienten	.....	138
dtl	.....	101
dts	.....	104
dy		
Transienten	.....	139
<hr/>		
E		
echte Meßzeit	.....	98
EDIT	.....	93
Effektivwert		
Halbwellen	.....	101; 105
Spannung	.....	122
Strom	.....	97
EI?	.....	99
Einfrieren		
Scope	.....	126
Eingangsstrom		
geglättet	.....	113
geglättet, gemittelt	.....	113
Einschaltstrom	.....	97
Energie		
Blind	.....	100
Integrationsmodus	.....	134
Schein	.....	99
Startdatum	.....	134
starten	.....	157
Startzeit	.....	135
Status	.....	135
stoppen	.....	157
Wirk	.....	99
Zeit	.....	100
Zeitintervall	.....	134
zurücksetzen	.....	157
EP	.....	99
EP?	.....	99
EQ	.....	100
EQ?	.....	100
Ereignisdauer		
Transienten	.....	137
Ergebnis		
Spannungsharmonische	.....	115; 116
Stromharmonische	.....	111; 112
ERR?	.....	150
ERRALL?	.....	150
ERRCNT?	.....	150
ES	.....	99
ES?	.....	99
EVAL	.....	92
Event Register		
löschen	.....	88
Event Status		
Enable Register	.....	89
Register	.....	89
externer Stromeingang	.....	129
<hr/>		
F		
f	.....	107
Fehler	.....	150
ältester	.....	150
Anzahl	.....	150
Fehler-/Ereignisschlange		
löschen	.....	88
FILT	.....	131
filter	.....	131
FLDC?	.....	101
FLDT?	.....	101
FLDX?	.....	101
Flicker		
d(t)	.....	101; 104
dc	101; 104	
dmax	.....	101; 105
gemittelter momentaner Pegel	.....	101; 104
Halbelleneffektivwert	.....	101; 105
Kurzzeit	.....	132
momentaner Pegel	.....	102; 105
Perioden	.....	132
Plt	102; 105	
Pst	102; 106	
Restlaufzeit	.....	103; 107
Resultat	.....	102; 106
Status	.....	106
FLLT?	.....	102
FLMO?	.....	101
FLMS?	.....	102
FLPH?	.....	103
FLPS	.....	132
FLRE?	.....	102
FLRM?	.....	101
FLST?	.....	102
FLTR?	.....	103
FORM	.....	92
Form Faktor		
Spannung	.....	121
Strom	.....	96
Format		
Daten	.....	123
Formeleditor	.....	92
FREQ?	.....	107
Frequenz		
Prozeßsignalschnittstelle	.....	107
Synchronisationsquelle	.....	108

Frequenzeingang 132

 Skalierung 132

FRMT 123

FRZ 126

FSDC? 104

FSDT? 104

FSDX? 105

FSI? 96

FSLT? 105

FSMO? 104

FSMS? 105

FSP? 118

FSRE? 106

FSRM? 105

FSST? 105

FSTA? 106

FSTR? 107

FSU? 121

FTIM 132

Full Scale 111

 Analog Ausgänge 144

 Analog Eingang 127

 Leistung 118

 Spannung 121

 Strom 96

G

gemittelter momentaner Flickerpegel 101; 104

Gerät 111

 zurücksetzen 90

Gesamt-Oberschwingungsstrom 114

gespeicherte Abtastwerte 142

Gleichrichtwert 111

 Spannung 122

 Strom 97

Grenzwert 111

 Spannungsharmonische 115

 Strom (partial odd harmonic) 112

 Stromharmonische 111

Grenzwerte 111

 Digital Ausgänge 143

 Grundschwingsstrom 92

 Leistung 93

 Leistungsfaktor 93

 Transienten 137

Grundschwingsstrom 92

 harmonischer 92

 Maximum 110

H

Halbwellen

Wirkleistung 103

Halbwelleneffektivwert 101; 105

Harmonische 111

 Ergebnis Spannungsüberwachung 115; 116

 Ergebnis Stromüberwachung 111; 113

 geglätteter gemittelter Strom 113

 geglätteter Strom 113

 Klasse 92

 Klasse D Ergebnis 109

 maximale Spannungsamplitude 116

 maximaler Grundschwingsstrom 110

 Meßzeit 133

 Mittelung 133

 mittlere Stromamplitude 110

 partial odd current 112

 partial odd limit 112

 Referenz 133

 Spannungsamplitude 114

 Spannungsgrenzwerte 115

 Spannungsphase 116

 Stromamplitude 110

 Stromgrenzwerte 111

 Stromphase 112

 THD Spannung 117

 THD Strom 114

Harmonische Norm 111

 Ausgabe 93

HEAD? 151

Helligkeit 94

HENS? 109

HIAM? 110

HIAS? 113

HIAV? 110

HIFM? 110

HIGF? 110

HIHD? 114

HILM? 111

HILT? 111

HIMA? 113

HIOV? 112

HIPH? 112

HIST? 113

HLIP? 112

HPAV? 108

HPFM? 109

HPOC? 112

HREF 133

HTHC? 114

HTIM 133

HUAM? 114

HUGF? 115

HUHD? 117

HULM? 115

HULT? 115

HUMX?	115
HUOV?	116
HUPH?	116
HUST?	116

I

IAC?	96
IAM	129
Iaver	110
ICF?	96
ID	88
IDC?	96
IEXT	128
IFF?	96
Ih	110
IINC	156
Iinr	96
IINR?	96
IL	111
IMAX?	97
IMIN?	97
INCA?	118
Individual Status Query	89
induktiv	118
Informationen	
Abtastwerte	141
INIM	124
inrush current	97
INTD	134
Integrationsmodus	134
interner Stromeingang	129
INTI	134
INTM	134
INTR?	100
INTS?	135
INTT	135
IP	112
Ipkn	97
Ipkp	97
Ipohc	112
Ipp	97
IPP?	97
IREC?	97
Irect	97
IRNG	129
ISCA	130
Iscal	130
ISO	92
Ithc	114
Ithd	114
Itrms	97
ITRMS?	97

K

kapazitiv	118
Kennung	89
KEY	152
Klasse	
Harmonische	92
Klasse D Ergebnis	109
Klirrfaktor	
Spannung	117
Strom	114
Kommandos	
SCPI	151
SHORT	151
Kommandosatz wechseln	153
kontinuierliche Verarbeitung	124
Kontrast	94
Kopplung	
Signal	125
Triggerung	158
Kurzzeit	
Flicker	132

L

Ladung	99
LANG	153
Language	
SCPI und SHORT	153
Leistung	
Blind	119
Full Scale	118
geglättetes Maximum	108
Halbwelle	103
harmonische	93
induktiv	118
Kapazitiv	118
mittlere Blind	118
mittlere Schein	117
mittlere Wirk	117
Schein	118
Wirk	117
Leistungsfaktor	118
geglättetes Maximum	109
harmonischer	93
Limits	
Digital Ausgänge	143
List Daten	86
löschen	
Event Register	88
Fehler-/Ereignisschlange	88

M

maximale Amplitude
 Spannungsharmonische..... 116
 Maximum
 geglättete Leistung..... 108
 geglätteter Leistungsfaktor..... 109
 Grundswingungsstrom..... 110
 Spannung..... 122
 Strom..... 97
 Meßbereich
 Spannung..... 140
 Strom..... 129
 Meßmodus..... 126
 Messung
 Anlaufstrom..... 156
 Meßwerte
 aktualisieren..... 124
 Meßzeit
 echte..... 98
 Harmonische..... 133
 Meßzyklusnummer..... 98
 Minimum
 Spannung..... 122
 Strom..... 97
 Mittelung..... 128
 Harmonische..... 133
 Mittelwert
 geglätteter Eingangsstrom..... 113
 mittlere
 Blindleistung..... 118
 mittlere Amplitude
 Stromharmonische..... 110
 mittlere Scheinleistung..... 117
 mittlere Wirkleistung..... 117
 MODE..... 126
 Modus..... 126
 momentaner Flickerpegel..... 102; 105
 gemittelt..... 101; 104
 Mtime..... 98

N

nquery..... 83
 NRf Daten..... 85
 NRi Daten..... 85
 Nullpunkt
 Analog Ausgang..... 144
 Analog Eingang..... 127

O

ODER Register
 Transienten..... 137
 operation complete..... 89
 Operation Status
 Condition Register..... 146
 Enable Register..... 146
 Event Register..... 146
 Negative Transition Register..... 146
 Positive Transition Register..... 146
 over x
 Transienten..... 139
 OvrI..... 97
 OVRI?..... 97
 OvrU..... 122
 OVRU?..... 122

P

P..... 117
 P?..... 117
 Parallel Poll Enable Register..... 90
 Partial odd harmonic current..... 112
 Partial odd harmonic limit..... 112
 Perioden
 Flicker..... 132
 PF..... 118
 PF?..... 118
 PFSO..... 93
 Phase
 Spannungsharmonische..... 116
 Stromharmonische..... 112
 PHDR..... 153
 PHI..... 118
 PHI?..... 118
 Pieper..... 149
 Plt..... 102; 105
 Pltl..... 102
 Plts..... 105
 Pm..... 117
 PM?..... 117
 Pml..... 102
 Pmoml..... 101
 Pmoms..... 104
 Pms..... 105
 PRES..... 147
 Pretrigger
 Transienten..... 138
 printer header..... 154
 Prozeßsignalschnittstelle
 Frequenz..... 107
 PSO..... 93

Qpst.....	102; 106	rücksetzen.....	
Qpstl.....	102	S Energie.....	157
Qpsts.....	105	<hr/>	
Q		S	
Q.....		S.....	118
Q.....	99; 119	S?.....	118
Q?.....	118; 119	SACT.....	141
Qm.....	118	SATR?.....	141
qonly.....	83	SBTR?.....	141
Questionable Status		Scheinenergie.....	99
Condition Register.....	147	Scheinleistung.....	118
Enable Register.....	147	Scheinwiderstand.....	119
Event Register.....	148	Scope	
Negative Transition Register.....	148	einfrieren.....	126
Positive Transition Register.....	148	SCPI	
		Beispiel.....	160
<hr/>		Version.....	155
R		SCPI Kommandos.....	151
Referenz		SCPL.....	125
Harmonische.....	133	Selbsttest.....	91
Register		serieller	
Event Status.....	89	Blindwiderstand.....	119
Event Status Enable.....	89	Wirkwiderstand.....	119
Operation Status Condition.....	146	Service Request Enable Register.....	90
Operation Status Enable.....	146	SHEAD?.....	151
Operation Status Event.....	146	SHORT	
Operation Status Negative Transition.....	146	Beispiel.....	162
Operation Status Positive Transition.....	146	SHORT Kommandos.....	151
Parallel Poll Enable.....	90	Siganlkopplung.....	125
Preset		signal	
Operation und Query.....	147	transients.....	138
Questionable Status Condition.....	147	Skalierung	
Questionable Status Enable.....	147	Frequenzeingang.....	132
Questionable Status Event.....	148	Strom.....	130
Questionable Status Negative Transition.....	148	voltage.....	140
Questionable Status Positive Transition.....	148	Sm.....	117
Service Request Enable.....	90	SM?.....	117
Status Byte.....	90	SMOO.....	133
reset.....	157	SOC?.....	146
device.....	90	SOE?.....	146
Restlaufzeit Flicker.....	103; 107	SOEN.....	146
Result		SONT.....	146
Harmonische Spannungen.....	115; 116	SOPT.....	146
Harmonische Ströme.....	111; 113	Spannung	
Resultat		AC.....	121
Flickermessung.....	102; 106	Analogeingang.....	121
Klasse D.....	109	Autorange.....	140
RngI.....	129	Crest Faktor.....	121
RngU.....	140	DC.....	121
Rser.....	119	Effektivwert.....	122
RSER?.....	119	Ergebnis Harmonische.....	115; 116
		Form Faktor.....	121

Full Scale	121
Gleichrichtwert	122
Harmonische	114
Harmonische Grenzwerte	115
maximale Harmonische	116
Maximum	122
Meßbereich	140
Minimum	122
Phase	116
Spitze-Spitze	122
THD	117
Spannungsharmonische	
Ergebnis	115; 116
Spitze-Spitze	
Spannung	122
Strom	97
Sprache	
SCPI und SHORT	153
SQC?	147
SQE?	148
SQEN	147
SQNT	148
SQPT	148
SSAM?	142
START	157
Startdatum Energiemessung	134
starten	
Energie	157
Startzeit	
Energie	135
Status	
Energiemessung	135
Flicker	106
Status Byte Register	90
STOP	157
stoppen	
Energie	157
Strom	
AC	96
Anlauf messen	156
Aussteuerung	97; 122
Autorange	129
Crest Faktor	96
DC	96
Effektivwert	97
Einschalt	97
Ergebnis Harmonische	111; 112
Form Faktor	96
Full Scale	96
Gesamt-Oberschwingungs-	114
Gleichrichtwert	97
Harmonische	110
Harmonische Grenzwerte	111
inrush	97
Maximum	97
Meßbereich	129
Minimum	97
mittlere Harmonische	110
partial odd harmonic	112
Phase	112
Skalierung	130
Spitze-Spitze	129
THD	114
Stromeingang intern/extern	129
Stromharmonische	
Ergebnis	111; 112
Summer	149
SYNC	158
Synchronisation	
Kopplung	158
Quelle	158
Synchronisationsquelle	
Frequenz	108
SYSD	93
System	
Versorgungs-	93
Systemdatum	149
Systemzeit	154
<hr/>	
T	
TACR	136
Taste	152
TDT	138
TDU	138
TDUR	137
TDX	139
THD	
Spannung	117
Strom	114
TIME	154
TLIA	137
TLIB	137
TOCR	137
TPRE	138
Transienten	
Aufzeichnungsdauer	138
dt 138	
dy 139	
Ereignisdauer	137
Grenzwerte	137
ÖDER Register	137
over x	139
Pretrigger	138
UND-Register	136
transients	
signal	138
TREC	138

Trigger	91
Triggerung	
Kopplung.....	158
TSRC	138

U

Uac.....	120
UAC?.....	120
UAM.....	140
Ucf.....	121
UCF?.....	121
Udc	121
UDC?.....	121
Uff	121
UFF?.....	121
Uh.....	114
UhwI.....	101
Uhws.....	105
UL.....	115
UMax.....	115
UMAX?.....	122
UMIN?.....	122
umschalten	
Kommandosatz.....	153
UND Register	
Transienten	136
UP.....	116
Upkn	122
Upkp	122
Upp	122
UPP?.....	122
UREC?.....	122
Urect.....	122
URNG.....	140
USCA.....	140
Uscal.....	140
Uthd.....	117
Utrms	122
UTRMS?.....	122

V

VAR?	120
Variable	120
VER?	155
Verarbeitung	
kontinuierlich	124
Version	

Harmonische Norm.....	93
Versorgungssystem.....	93
voltage	
scaling.....	140

W

Warten	91
WAVE?.....	142
wechseln	
Kommandosatz	153
Wert	
Analog Ausgänge.....	145
Digital Ausgänge.....	143
Widerstand	
Blind, seriell.....	119
Schein	119
Wirk, seriell	119
Wirkenergie.....	99
Wirkleistung.....	117
Halbwelle	103
Wirkwiderstand	
seriell	119

X

Xser	119
XSER?	119

Z

Z	119
Z?.....	119
Zähler	
Meßzyklus.....	98
Zeit	
Energie Start	135
Energiesmessung.....	100
Flicker Kurzzeit.....	132
Harmonische Messung.....	133
System.....	154
Zyklus	135
Zeitintervall Energiesmessung.....	134
Zurücksetzen	
Gerät	90
Zykluszeit.....	135