



Ultrakompaktes
Multi-Funktions-Testsystem
Source Measurement Multiplex Unit

SMMU05

Technische Beschreibung

JOCHEN + GEORG FRANK
INGENIEURBÜRO FÜR
HARD & SOFTWARE
SOPHIENSTR. 32
D-70178 STUTTGART

TEL *49 (0)711 290909
FAX *49 (0)711 292924
info@jgfrank.de
www.jgfrank.de

Historie

Doku-Version	Autor	Firma	Telefon	Datum	Änderungsgrund
A0	J. Frank	Ing. Büro	+49 711	06.10.2004	Erstellung
A1	G. Frank	J.+G.Frank	290909	26.10.2004	Update
A2	J. Frank			05.11.2004	Softwareprotokoll geändert lt. Besprechung v. 27.10.04
A3	J. Frank			19.11.2004	Neue Hardwaredetails erarbeitet
A4	J. Frank			06.12.2004	Überarbeitung
A5	J. Frank			11.01.2005	Überarbeitung
A6	J. Frank			08.02.2005	Überarbeitung
A7	J. Frank			04.04.2005	SWV06 Multiplexer neu mit SS, Abkürzungstabelle, Plausitest ohne Parameter, neue Fehlerrückgabewerte
A8	G. Frank			24.04.2005	Update
A9	G. Frank			20.05.2005	Update
A10	G. Frank			14.07.2005	Update SS, Prinzipschaltung Supply für DUT
A11	G. Frank			26.08.2005	Neue Plausfehler: REF1V6, UZDAC, Neu LAP, PNS, PNR... bessere Specs Spannungsmessung neuer Produktname SMMU05
A12	G. Frank J. Frank			11.10.2005	Add PC-Software, Elkoentladung..., 100 µOhm Einheit bei BRG1,2 und BRO1,2, HF-Frequenzmessung bis 7MHz, SSV und RSV Doku
A13	J. Frank			02.11.2005	SWV13, alle ICT-Messbereiche freigeschaltet
A14	J. Frank			30.11.2005	SWV14, Softwaredownload über V24 korrigiert
A15	G. Frank			20.06.2006	Umbenennung Schalter Ax oder AUXx in AFx Diverse Specs update, Umgebungsbedingungen
A16	G. Frank J. Frank			31.07.2006	SWV18, HMR4, Erweiterung auf 64 AP, Adressschema SPSIO neu, alle Kombis möglich Zeitstempelabfrage TSP, Diverse Korrekturen
A17	G. Frank			16.08.2006	Add SMMU05-USR001 Referenz zur PC-Oberfläche
A18	G. Frank			21.08.2006	Update Software V1.9
A19	G. Frank			06.10.2006	div. Korrekturen
A20	G. Frank			10.05.2007	SWV25, 4 Kundenbefehle
V27A	G. Frank			11.12.2007	SWV27, CAL, Neue Befehle und Specs TDOK Version V27 identisch aktueller Software V27
V27B	G. Frank			01.10.2008	neue Befehle MUV U-Messung., Ser# lesen, neue Specs +2300 mV-Bereich
V27C	G. Frank			09.12.2008	neues Modul ADA309, Überarbeitung divers
V27D	G. Frank			20.03.2009	Hardwarestand HMR6
V32B	G. Frank			07.06.2010	HMR7, SWV32, Triggermessung + Wellengenerator + Umessung gegen Masse, !TYP, !KTA, !SAN, LED1B, Fehler#, Anwendungen, Potentialanbindung, Y-Störer, Messzeitoptimierung

Inhaltsverzeichnis

1	VORWORT	6
1.1	NAMENS GEBUNG DER SMMU	6
1.2	COPYRIGHT	6
1.3	HAFTUNGSAUSSCHLUSS	6
1.4	ABKÜRZUNGEN UND FACHBEGRIFFE	7
2	SMMU05	8
2.1	ROHS-KONFORMITÄT	9
2.2	WEEE	9
2.3	SITZ IM PRÜFSYSTEM	9
2.4	ÜBERSICHT	10
2.5	BLOCKSCHEMA	11
2.6	BETRIEBSDATEN	12
2.7	PRINZIPSCHALTUNG	12
2.8	DUT-ANSCHLUSS	13
2.8.1	<i>Komplett verschaltete Anschlusspunkte</i>	13
2.8.2	<i>Geteilte Anschlusspunkte</i>	14
2.9	WICHTIGE HINWEISE	14
2.10	INBETRIEBNAHME	14
2.10.1	<i>SMMU</i>	14
2.10.2	<i>Externe Komponenten</i>	14
3	CTL274 CONTROLLER	15
3.1	PCB-LAGEPLAN	16
3.2	JUMPER J1	16
3.3	STECKERBELEGUNG	16
3.3.1	<i>274X1 POWER Phoenix MC1,5/3-G-3,81</i>	16
3.3.2	<i>274X3 MINIPORT SubD15female</i>	16
3.3.3	<i>274X4 AUXIO SubD25female</i>	17
3.3.4	<i>274X5 V24.0 (PC/SPS) SubD9female</i>	17
3.3.5	<i>274X6 V24.1 (User) SubD9female</i>	17
3.4	BLOCKSCHALTBILD	18
3.5	MINIPORT	18
3.6	DUT-VERSORGUNG	19
3.6.1	<i>Gleichspannung</i>	19
3.6.2	<i>Wechselspannung</i>	20
3.6.3	<i>Konstantstrom</i>	21
3.7	LEITERPLATTENABMESSUNGEN UND BEFESTIGUNG	21
4	INTERFACEEINHEITEN AM STECKER AUXIO	22
4.1	HF-VORTEILERMODUL DIV252	22
4.1.1	<i>Steckerbelegung</i>	22
4.1.1.1	<i>252X8 Messeingang Steckstift 1,3mm</i>	22
4.1.1.2	<i>252X9 Signalübergabe 10pol Pfosten</i>	22
4.2	TEMPERATURSENSOR EXTERN TEMPEXT	23
4.3	ANALOG EINGÄNGE AIN4...7	23
4.4	ZÄHLEREINGÄNGE SA UND SB	23
4.5	EINGANG QUIT	23
4.6	AUSGANG GUT	24
4.7	NF-RECHTECKGENERATORAUSGANG FRQ	24
4.8	SPANNUNGS AUSGANG	24
5	DOWNLOAD DER FIRMWARE	25
6	MUX275 MULTIPLEXER	26
6.1	PCB-LAGEPLAN	27
6.2	BLOCKSCHALTBILD	27
6.3	PRÜFLINGSANSCHLUSS	28
6.4	GRENZWERTE DES MULTIPLEXERS	28
6.5	STECKERBELEGUNG	29
6.5.1	<i>275X3 MUXA und 275X4 MUXB SubD37female</i>	29
6.5.2	<i>275X7 SPSIO SubD25male</i>	30
6.6	SPSIO	30

6.7	LEITERPLATTENABMESSUNGEN UND BEFESTIGUNG	30
7	ADA309 DUT-ADAPTER	31
7.1	AUSFÜHRUNGEN	31
7.2	SCHALTSCHEMA	32
8	ICT INCIRCUITTEST	32
8.1	DUT-ANSCHLUSS UND MESSABLAUF	32
8.2	WIDERSTANDSMESSUNG MIT THERMOSPANNUNGSKOMPENSATION	33
8.3	WIDERSTANDSMESSUNG OHNE THERMOSPANNUNGSKOMPENSATION	33
8.4	DIODENSPERRWIDERSTAND	34
8.5	DIODENDURCHGANGSSPANNUNG	34
8.6	DURCHGANGSPRÜFUNG ZWISCHEN 2 AP	34
9	FKT FUNKTIONSTEST	34
10	UI-MESSUNG	35
10.1	SPANNUNGSMESSUNG	35
10.1.1	<i>Differentielle U-Messung am DUT</i>	<i>35</i>
10.1.2	<i>Systemspannungen massebezogen messen</i>	<i>36</i>
10.2	STROMMESSUNG ISUPPLY	37
11	UI-TRIGGERMESSUNG	38
11.1	DEFINITION	38
11.1.1	<i>Wikipedia</i>	<i>38</i>
11.1.2	<i>Frank</i>	<i>38</i>
11.2	BESCHREIBUNG	38
11.2.1	<i>Die Load&Arm Funktion</i>	<i>38</i>
11.2.2	<i>Der Messsequenzer</i>	<i>39</i>
11.2.3	<i>Ablauf einer Triggermessung</i>	<i>39</i>
11.2.4	<i>Testpin zur Kontrolle des Messablaufs</i>	<i>39</i>
11.3	PARAMETRIERUNG DER TRIGGERMESSUNG	39
11.3.1	<i>Messart</i>	<i>39</i>
11.3.2	<i>Trigger</i>	<i>39</i>
11.3.3	<i>Triggerverzögerung</i>	<i>40</i>
11.3.4	<i>Integrationszeit</i>	<i>40</i>
11.3.5	<i>Offset</i>	<i>40</i>
11.3.6	<i>Timeout</i>	<i>41</i>
11.4	DER DATENBLOCK	41
11.4.1	<i>Die Konfigurationsdaten</i>	<i>41</i>
11.4.2	<i>Die Ergebnisdaten</i>	<i>41</i>
11.4.3	<i>Beispiel einer getriggerten Spannungsmessung mit Integrationszeit</i>	<i>42</i>
12	SICHERSTELLUNG DER SYSTEMFUNKTION	43
12.1	PLAUSIBILITÄTSTEST	43
12.2	KALIBRATION	43
13	DATENAUSTAUSCH ÜBER SERIELLE SCHNITTSTELLE	44
13.1	SCHNITTSTELLENKONFIGURATION V24.0 (PC-SCHNITTSTELLE)	44
13.2	TERMINALMODUS	44
13.3	HOST-STEUERPROTOKOLL	44
13.3.1	<i>Timeout beim Warten auf eine Antwort</i>	<i>44</i>
13.3.2	<i>Antwort mit Kennbuchstabe R („Return“)</i>	<i>45</i>
13.3.3	<i>Antwort mit Kennbuchstabe F („Fehler“)</i>	<i>45</i>
13.3.4	<i>Antwort mit Kennbuchstabe W („Wert“)</i>	<i>47</i>
13.4	BEFEHLE UND ANTWORTEN	48
13.4.1	<i>Allgemein</i>	<i>48</i>
13.4.2	<i>Sonderbefehle im Terminalmodus</i>	<i>49</i>
13.4.3	<i>Firmware Download</i>	<i>49</i>
13.4.4	<i>SPSIO</i>	<i>49</i>
13.4.5	<i>ICT</i>	<i>50</i>
13.4.5.1	<i>Vorwahl der Messbereiche</i>	<i>50</i>
13.4.5.2	<i>Messbefehle</i>	<i>50</i>
13.4.6	<i>FKT</i>	<i>51</i>
13.4.6.1	<i>Versorgung des DUT</i>	<i>51</i>
13.4.6.2	<i>Allgemein</i>	<i>52</i>
13.4.6.3	<i>Stecker AUXIO</i>	<i>52</i>
13.4.6.4	<i>Vorwahl der Messbereiche und Datenblockzugriff</i>	<i>53</i>
13.4.6.5	<i>Messbefehle</i>	<i>53</i>

14	GEHÄUSE	54
14.1	AUFSTELLFÜßE	54
14.2	WANDLASCHEN	54
15	BESTELNUMMERN	55
15.1	GERÄTEVARIANTEN	55
15.2	EINZELTEILE	55
16	GERÄTESTAND	56
17	INTEGRATION DER SMMU IN EIN PRÜFSYSTEM	57
17.1	Y-STÖRER	57
17.2	Y-ANBINDUNG	57
17.3	KOMPONENTEN IM PRÜFSYSTEM	58
17.4	GLEICHTAKTANBINDUNG	59
17.5	FAZIT	60
18	ANWENDUNGEN	61
18.1	ALLGEMEIN	61
18.1.1	Montage der SMMU-Leiterplatten in Stapeltechnik	61
18.1.2	Steckzyklen der eingesetzten Steckverbinder	61
18.2	SCHNITTSTELLEN	61
18.2.1	V24-Schnittstellenkaskadierung	61
18.2.2	Agilent 34401A	61
18.3	DUT-VERSORGUNG	62
18.3.1	Prüfen mit Konstantstrom bis 400 mA	62
18.3.2	Prüfen mit Spannungen -2,3..+34V	62
18.3.3	Prüfen mit Dualspannungen	62
18.3.4	Prüfen mit positiver Spannung und Stromsenke	62
18.3.5	Prüfen mit Spannungen über 34V	63
18.3.6	Unterschied zwischen I _{LIMIT} und I _{CONST}	63
18.3.7	Rückspeisung in USUPPLY	63
18.3.8	Schneller Spannungswechsel am SVGP	64
18.3.9	Umladen von Kapazitäten	64
18.3.10	Abschalten der DUT-Versorgung	64
18.4	MUX275	65
18.4.1	Setzen von Kurzschlusskombinationen im MUX	65
18.4.2	AF-Schalter	65
18.4.3	Zusatzmultiplexer mit AF-Schaltern	65
18.5	ANSCHLUSS VON BATTERIEN AN AF	65
18.6	ANSCHLUSS VON EXTERNEN QUELLEN DIREKT AN AP	66
18.7	MESSUNGEN	66
18.7.1	Eingangswiderstand der Senseanschlüsse	66
18.7.2	U-Messung an hochohmigen Quellen	66
18.7.3	Schnelle zyklische Messungen	67
18.7.4	Prüfen auf Hochohmigkeit bis 100MΩ	67
18.7.5	I-Messungen mit externem DAM	67
18.7.6	U-Messung mit externem DVM	67
18.7.7	U-Messung von hohen Spannungen	68
18.7.8	I-Messung von externen Strömen ohne Shunt	68
18.7.9	Strommessung am SVGP durch externen Shunt mit Shuntkompensation	68
18.7.10	I-Messung mit externen Shunts	69
18.7.11	Zeitstempel und Wegzähler	69
18.7.12	Transformatoren	70
18.7.13	Relaispule	71
18.7.14	Transistoren	71
18.7.14.1	Gleichstromverstärkung von Bipolartransistoren	71
18.7.14.2	Test von Feldeffekttransistoren	71
18.8	IDEEN	72
18.8.1	Heizung mit einer SMMU05	72
18.8.2	Ansteuerung von Schrittmotoren	72
18.8.3	Cu-Schichtdicke einer LP ermitteln	72

1 Vorwort

1.1 Namensgebung der SMMU

Schon bald nach Fertigstellung unserer ersten Seriengeräte in 2004 wurde deutlich, dass die anfängliche Bezeichnung „Messbox 04“ dieser Geräteklasse nicht gerecht wird. Ausgehend von den verbreiteten

SMUs (Source Measure Units)

haben wir im Jahr 2005 in konsequenter Weiterentwicklung einen neuen Namen geschaffen:

SMMU (Source Measurement Multiplex Unit).

Der DUT-Multiplexer ist komplett integriert und Bestandteil des Systems. Der Begriff SMMU wurde von uns bewusst nicht mit Schutzrechten belegt, damit diese sinnvolle Bezeichnung allen Herstellern weltweit frei zur Verfügung steht. Seit dem 26.08.2005 (Dokumentation A11) verwenden wir die Bezeichnung SMMU.

Der Begriff SMMU wurde am 10.01.2007 bei Wikipedia eingetragen:

http://en.wikipedia.org/wiki/SMMU_-_Source_Measurement_Multiplex_Unit

A Source-Measurement-Multiplex-Unit is an electronics testing device which allows the supply of source current or voltage and measure a resulting voltage or current by means of an integrated multimeter. In addition, the multiplexer part provides for access to many contact points on the device under test.

Übernommen wurde diese Definition u.a. in 2007 auch von:

<http://wapedia.mobi/de/SMMU>

Eine SMU ist ein Multifunktionsgerät, das sowohl im Elektronik-Labor, als auch in der Produktion (als Automatic Test Equipment (ATE)) eingesetzt wird. Je nach Hersteller steht die Abkürzung für Source-Measure-Unit oder Source-Meter-Unit. SMUs sind seit etwa 2005 erhältlich und stehen als integrierte Systeme neben den bisher bekannten hochmodularen Testsystemen.

Eine SMU besteht aus 2 wesentlichen Komponenten:

- 1. elektronisch gesteuertes Labornetzteil mit geregelten Versorgungsgeneratoren für Strom und Spannung*
- 2. elektronisches Multimeter*

Verfügbar sind auch SMMU (Source-Measurement-Multiplex-Units) mit zusätzlichem Multiplexer, der sowohl die Spannungen / Ströme des Netzteils in den Prüfling einspeist, als auch die Verbindung zwischen Prüfling und Mess-System herstellt. Eingesetzt werden SMMUs für den Funktionstest (FKT) und In-Circuit-Test (ICT).

1.2 Copyright

Nachdruck, Vervielfältigung, Übersetzung oder Distribution im Internet, auch auszugsweise, ist nur mit unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung und mit Quellenangabe gestattet.

1.3 Haftungsausschluss

Alle Angaben in diesem Dokument wurden von uns mit größter Sorgfalt erstellt und auf Richtigkeit hin überprüft. Für eventuell unvollständige oder fehlerhafte Angaben wird keine Haftung übernommen. Änderungen und Erweiterungen, die der technischen Weiterentwicklung dienen, können von uns jederzeit vorgenommen werden, Anregungen sind willkommen. Verwendung, Einbau und Gebrauch der hier beschriebenen Teile liegen ausschließlich im Verantwortungsbereich des Anwenders. Für die wiedergegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen. Wir übernehmen keine Haftung für die Übereinstimmung des Inhalts mit den jeweils geltenden gesetzlichen Vorschriften. Dieses Dokument ersetzt alle bisherigen Ausgaben.

1.4 Abkürzungen und Fachbegriffe

#	Abkürzung für Nummer
0, 1	logische Null an einem Digitaleingang (Massepotential), log. Eins an einem Digitaleingang (3,3 oder 5V)
274X1, 274P1	Steckerreferenz: Modul CTL 274 fix montierter Stecker #1 , Portables Steckergegenstück von 274X1
@	steht für das englische „at“, bezeichnet also eine Bedingung „bei“ z.B. einer bestimmten Temperatur...
AF	AuxiliaryForce freier MUX275 Ein-Ausgang, das AF-Relais verbindet den AF- mit dem SF-Anschluss
AP	AnschlussPunkt für DUT, besteht aus den 3 Anschlüssen SF, SS und S, access point, contact point
CAL	CalibrationRecordNumber Herstellereintrag, Nummer ist identisch der SWV beim Kalibrieren
CASE	Gehäuse, Gehäusepotential
CLAMPSFN	Klemmt Anschluss MBSFN über eine Diode an Systemmasse
COM, RS232, V24	Serielle asynchrone Schnittstelle
CTL274	Controller 274 Zentraleinheit der SMMU05
DISDUTU	DisableDUTVoltage, Schalter von MBSFP nach MBSFN (Versorgungskurzschluss)
DMM, DVM, DAM	Digitales Multimeter, -Voltmeter, -Amperemeter
DUT	DeviceUnderTest Prüfling
EMV	ElektroMagnetische Verträglichkeit
ENDMF	EnableDutMiniportForce Schalten von SSP, SSN und SFN vom MINIPORT an den Messbus
ENDMS	EnableDutMiniportSense Schalten der Senseleitungen SP und SN vom MINIPORT an den Messbus
ESD	ElectroStaticDischarge (Elektrostatische Entladung)
GND, GNDA	Ground (Digitalmasse), Analogmasse
GTA	Gleichtaktanbindung, Voraussetzung für eine korrekte Spannungsmessung in differentiellen Messsystemen
H	logisch High an einem Digitalausgang (3,3 oder 5V)
ICONST	Konstantstrom vom Stromregler IREG
IO	Input Output Eingang/Ausgang
IREG, ISFN	Stromregler IREG erzeugt Konstantstrom ICONST, ICONST ist identisch ISFN = Strom im Anschluss SFN
ISFP	Strom im Anschluss SFP
Kelvinanschluss	4-Leiteranschlusstechnik: Separate Anschlüsse von SF und S zur Vermeidung von Messfehlern
L	logisch Low an einem Digitalausgang (Massepotential)
Messbus (MB)	besteht aus den Analogsignalen MBSFP, MBSSP, MBSP, MBSN, MBSSN und MBSFN
min, max	minimal maximal
MINIPORT	DUT-Anschluss mit 2 AP mit fester Polarität, auf den Messbus aufschaltbar
MR7, HMR7	HardwareModifikationRecord 7 Hardwarestand 7
MUX275	Multiplexer275 DUT-Schaltereinheit der SMMU05
NC, nc	not connected nicht angeschlossen
neg, pos	negativ positiv
NF, HF	Niederfrequenz, Hochfrequenz
OktalMUX	8fach Multiplexereinheit auf MUX275 verwaltet 8 DUT-AP
OpAmp, OPA	Operational Amplifier Operationsverstärker
PAC	Programmable Automation Controller
PC	Personalcomputer Steuerrechner
PE	Power Earth Anschluß an Schutzerde
PGA	Programmable Gain Amplifier programmierbarer Verstärker
S	Sense Eingang für Spannungsmessung, programmierbar als SP oder SN
SF	SupplyForce Lastausgang für DUT-Versorgung, programmierbar als SFP oder SFN
SFP, SFN	Spannungsversorgung SupplyForcePositive, -Negative
SH	Shield elektrische Schirmung
SMD	SurfaceMountedDevice, Bauteil mit Oberflächenmontage
SMMU	Source Measurement Multiplex Unit
SP, SN	SensePositive, -Negative Messeingang
SPS, SPSIO	Speicher Programmierbare Steuerung, SPS Input Output
SS	SupplySense Fühlerleitung für die Regelung des DUT-Lastausgangs SF, prog.bar als SSP oder SSN
SSP, SSP	Spannungsversorgung SupplySensePositive, -Negative
SVG	SupplyVoltageGenerator, es gibt einen SVGP und einen SVGN
SVGP, SVGN	DUT- SupplyVoltageGeneratorPositive mit Ausgang am Messbus MBSFP, -Negative MBSFN
Tbd., tbd.	To be defined noch festzulegen
THD	ThruHoleDevice Bauteil in Durchstecktechnik
To, Tu	Toleranz Oben Toleranz Unten
TP	Testpin
ULIMIT, ILIMIT	Begrenzung von Spannung und Strom im SVG
V32, SWV32	Firmwareversion 32 oder wie angegeben
wc	WorstCase der schlechteste Fall
Y-Ableitung	Ableitnetzwerk nach PE, reduziert die Y-Störspannung
Y-Störer	Gerät mit Gleichtaktstörung gegen Erdpotential PE (asymmetrischer Störer)
Y-Reststörspng.	verbleibende Gleichtaktstörspannung einer Komponente nach Anschluss einer Y-Ableitung an PE

2 SMMU05

Mit der **SMMU05** können Elektronik-, Schaltermodule und Kabelsätze geprüft werden. Die Prüfung kann erfolgen als ICT (InCircuitTest) oder FKT (Funktionstest). Die Ansteuerung erfolgt von einem PC, einer SPS oder einem PAC über eine COM-Schnittstelle. SMMU05 ist eine asymmetrische SMMU, da die DUT-Speisung hauptsächlich für den ersten Quadranten mit positiver Spannung / Strom ausgelegt wurde.

Technische Details

- Versorgung mit 24V Gleichspannung (18...36V, $\leq 25\text{Watt}$)
- Erdfreie Masse des Testsystems durch interne isolierende DCDC-Wandler
- InCircuitTest und Funktionstest von Prüflingen, modular an bis zu 64 Anschlusspunkten (AP)
- MINIPORT für Prüflinge mit 2AP in 6-Leitertechnik
- Vollelektronischer DUT Multiplexer in 6-Leitertechnik
- Prüflingskontaktierung in 2- oder 4-Leiter-Technik wird unterstützt
- Jeder AP auf MUX kann softwaregesteuert mit einem externen Gerät verbunden werden
- Bis zu 8x8 SPS kompatible digitale 24 V Ein- und Ausgänge zur Ablaufsteuerung (Option)
- 2 potentialfreie V24-Schnittstellen, davon 1 frei verwendbar
- Firmwareupdate über V24-Schnittstelle

Der Prüfling kann versorgt werden mit

- Konstantspannung USUPPLY -2,3...+34V mit Strombegrenzung ILIMIT 30...400mA mit oder ohne SupplySensefunktion, Möglichkeit einer Sinusmodulation
- Konstantstrom ICONST 1 μA ...400mA mit Spannungsbegrenzung ULIMIT 1...26V
- externen Netzteilen

Der Prüfling kann beeinflusst werden durch

- Stimulationsmatrix: Schalten von Betriebsspannung, Masse oder HiZ auf DUT-AP
- AF-Schalter direkt oder AF-Schalter mit externen Geräten
- Sinusmodulation der DUT-Speisespannung

Folgende Messungen werden unterstützt

- ICT-Widerstandsmessung mit und ohne Thermospannungskompensation
- ICT-Diodendurchlassspannung
- ICT-Durchgangsprüfung zwischen 2 AP
- Zeitstempel1 im 1ms Raster bei Analogmessungen
- Spannungs-/Strommessung DCAVG
- U/I Triggermessung mit
 - Spannungs-/Strommessung DCAVG, ACEFF, DCEFF, MAX, MIN
 - Verzögerungszeit und Integrationszeit
 - Puls-, Perioden- und Phasenmessung (in Vorbereitung)
 - Datenlogger mit 64 Einträgen (in Vorbereitung)
 - Zeitstempel2 im 100 μs Raster
- Spannungsmessung mit externem DVM differentiell über die Messmatrix
- Strommessung direkt (Bürde 0 Ω) oder über ext. Shunt oder mit zusätzlichem externem DAM
- Frequenzmessung bis 7MHz über externes HF-Vorteilermodul DIV252
- Erfassung von externen Analogsensoren
- Temperaturmessung intern und extern
- Wegmessung mit integriertem digitalem AB4-Incrementalzähler
- Messung von Blindwiderständen (L, C, R, D, Q) (in Vorbereitung)

Überwachungen sichern korrekte Funktion

- Plausibilitätstest mit Betriebsspannungsüberwachung
- Prüfung der Multiplexer mit Hilfe von integrierten Prüfzeilen
- Überprüfung der DUT-Kontaktierung (2- oder 4-Leitertechnik) auf Kurzschluss durch Metallabrieb
- Überwachung der Senseleitungen der Prüflingsversorgung
- Kontaktiertest der Kelvinanschlüsse bei ICT-Messungen

2.1 ROHS-Konformität

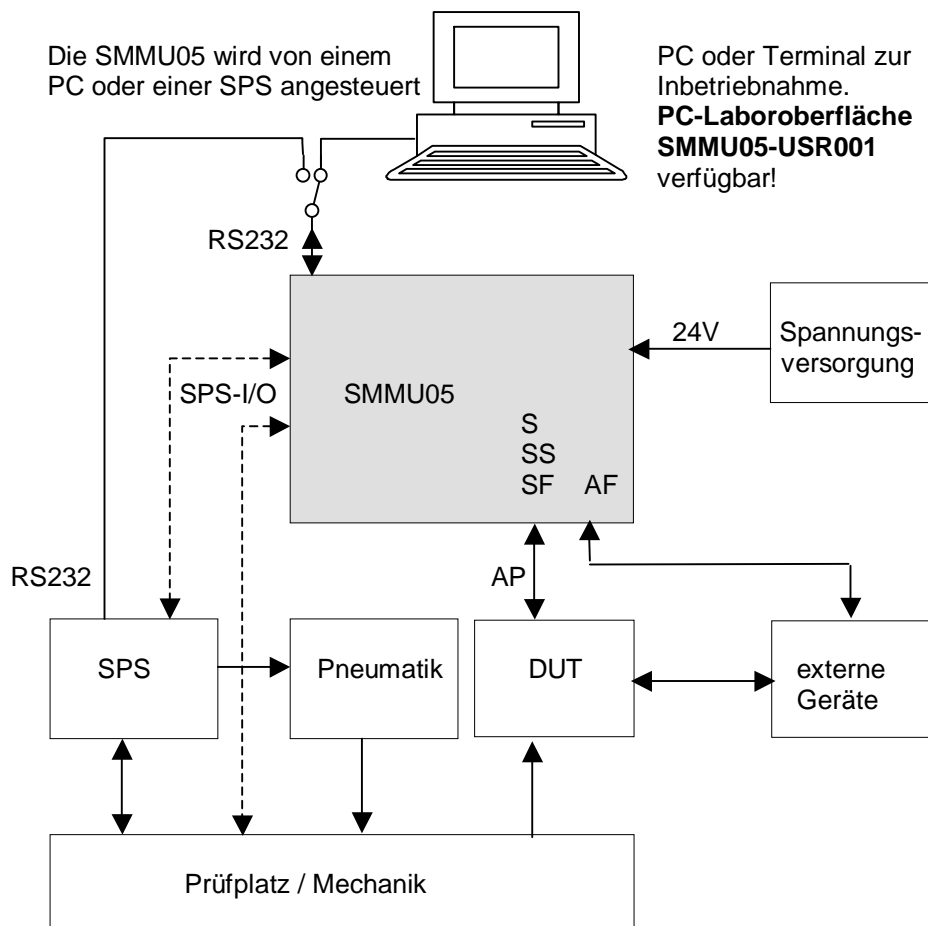
Die Module werden in bleifreier Ausführung gefertigt.

2.2 WEEE

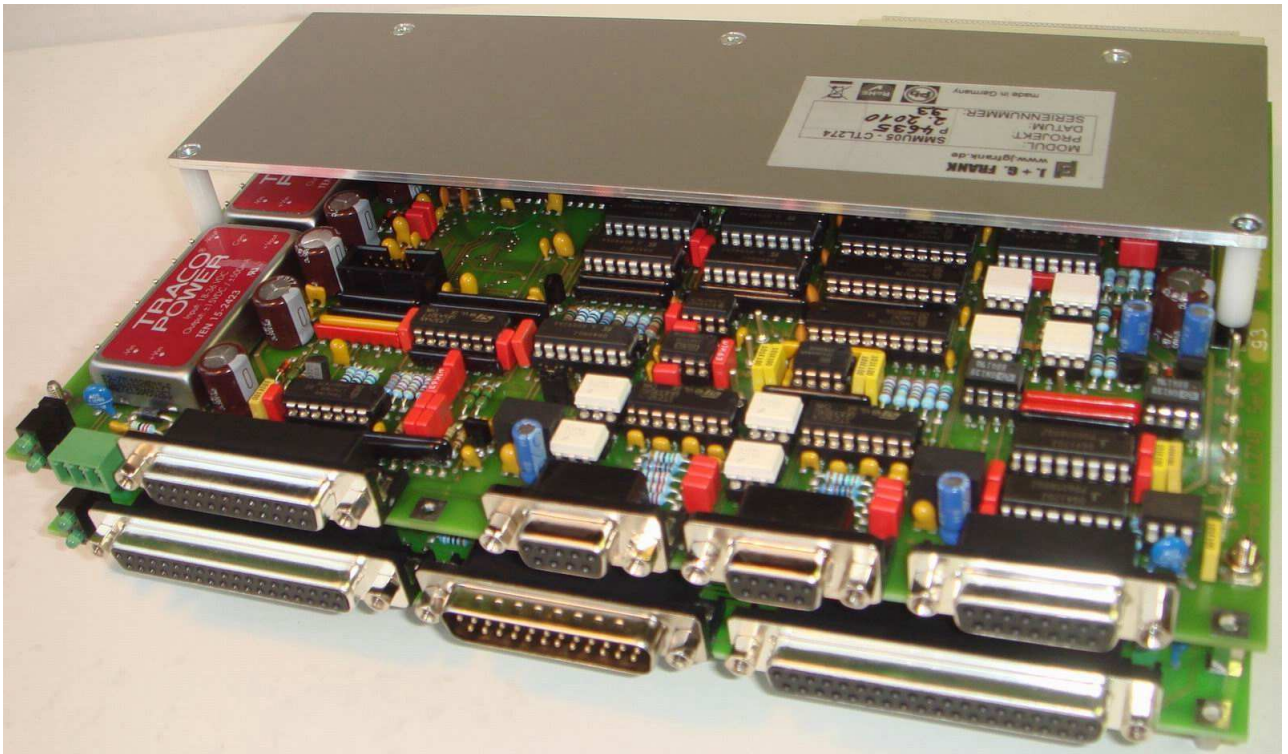
Wie vom Gesetz über Elektro- und Elektronikgeräte gefordert, kennzeichnen wir das System mit einer durchgestrichenen Abfalltonne im Typenschild. Es handelt sich um gewerbliche B2B-Module (business to business). Im Falle einer Verschrottung sollen die Module an den Hersteller zurückgeschickt werden. Die Rücksendung muss kostenfrei erfolgen.



2.3 Sitz im Prüfsystem



2.4 Übersicht



SMMU05-16S, Ausführung ohne Gehäuse, ohne Frontplatten
Oberes Modul CTL274, darunter montiert MUX275-16S

Die vollelektronische SMMU05 besteht aus dem Controller CTL274 und je nach Ausbaustufe, bis zu 8 DUT-Multiplexer MUX275. Alle Module sind über den Messbus (Flachkabel mit VG64ac-Federleisten) miteinander verbunden. Sie dürfen nur spannungslos gesteckt werden!

Folgende Anwenderschnittstellen stehen zur Verfügung:

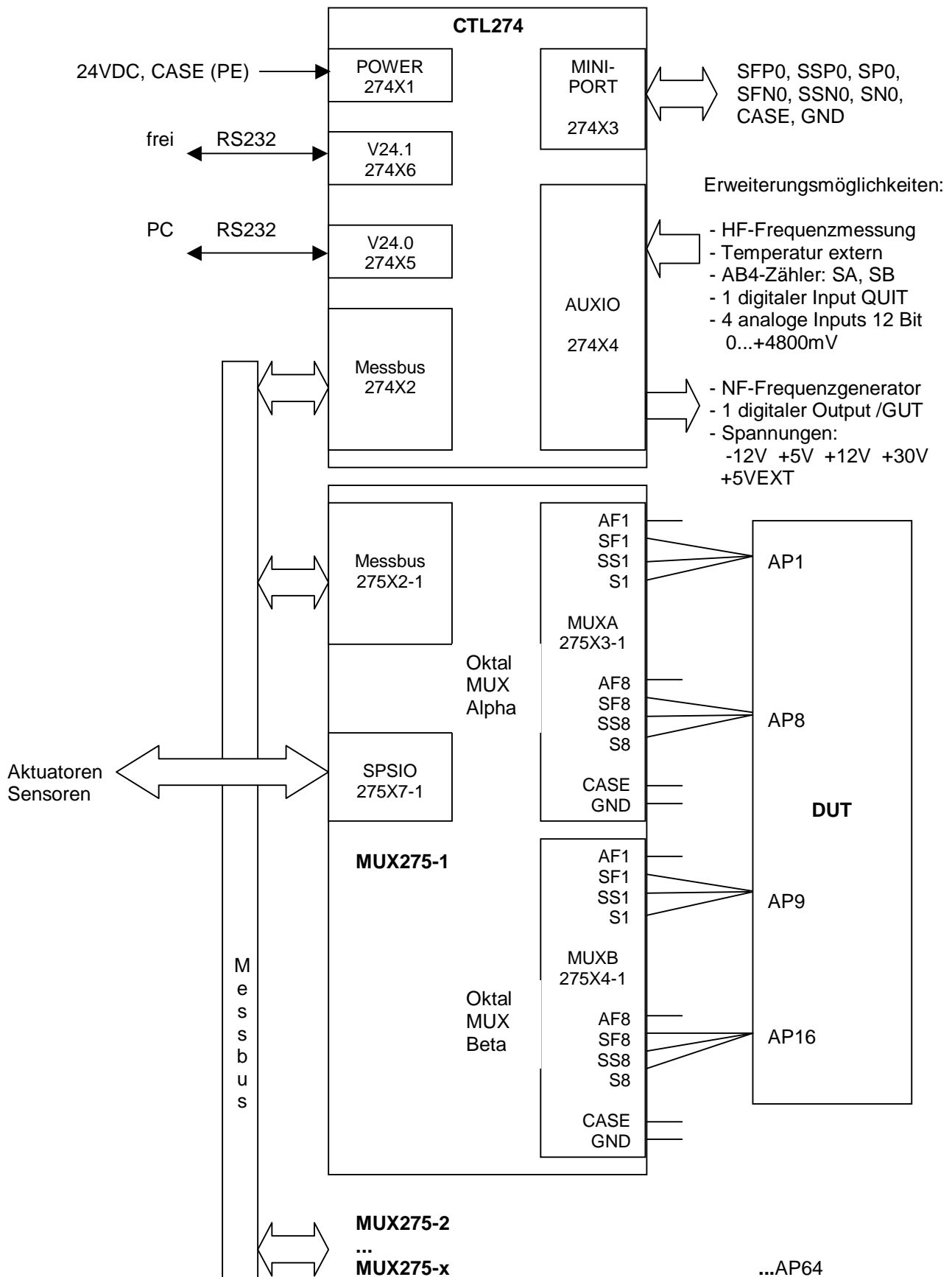
1. zwei potentialfreie V24-Schnittstellen
2. Stecker AUXIO für den Anschluss von Sensoren und Bedienelementen
3. Stecker MINIPORT mit 2 AP zum Prüflingsanschluss
4. Stecker DUT mit jeweils 8 AP zum Prüflingsanschluss

Am MINIPORT auf CTL274 können einfache Prüflinge mit nur 2 AP (Anschlusspunkten) angeschlossen werden, eine MUX275 im System kann u.U. entfallen. Alternativ können am MINIPORT externe Messgeräte, Messerfassungskarten, Pufferelkos, etc. angeschlossen werden.

An die Multiplexer MUX275 werden höherpolige Prüflinge angeschlossen. Eine Karte besitzt 8 oder 16 AP. Jeder AP hat einen Schalter von höherpoliger SF zum freien Anschluss AF (AuxiliaryForce), Damit können externe Geräte unter Softwarekontrolle mit dem Prüfling verbunden werden: Busconverter, Programmiergerät, Stromshunts zur Strommessung, Entladungswiderstände, Netzteile... Optional stehen auf jeder Karte 8 SPS-kompatible und potentialfreie 24V Ein- und Ausgänge zur Verfügung.

Das System verwaltet 2 Zeitstempel mit 0,1ms und 1ms Auflösung, die bei den entsprechenden Analogmessungen aktualisiert werden. Gleichzeitig wird der AB4-Wegzähler zwischengespeichert. Die Zwischenspeicher können gelesen werden.

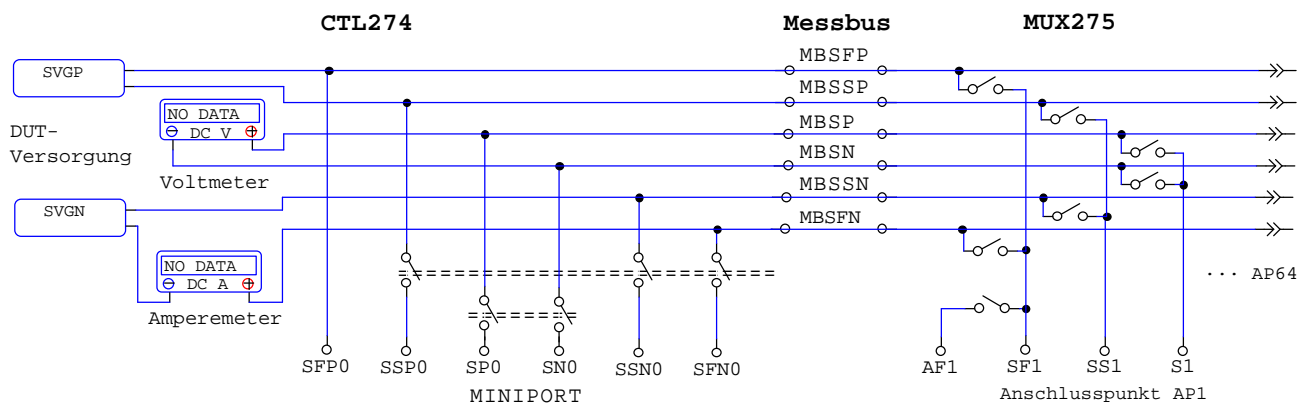
In der üblichen Lieferform werden alle Karten mit Hilfe von M3-Distanzbolzen stapelmontiert. Der Plattenstapel wird auf eine elektrisch leitende und geerdete Trägerplatte aufgeschraubt. Alternativ können die Karten in ein 19" Gehäuse oder Baugruppenträger mit 6HE / 180mm Einbautiefe eingesteckt werden. Die Karten werden dazu mit beschrifteten Alu-Frontplatten geliefert. Lieferbar ist auch eine Version im Tischgehäuse mit Aufstellfüßen oder Befestigungswinkeln zur Wandmontage.

2.5 Blockscheema

2.6 Betriebsdaten

Merkmal	Min.	Max.	Bemerkung
Temperatur	0 °C	50 °C	25 ± 25 °C
Feuchte	10 %	90 %	nichtkondensierend
Druck	0,6 bar	1,2 bar	Meereshöhe bis 4000m (begrenzt durch die Elkos)
Atmosphäre			Luft, Stickstoff, SF6
Gewicht CTL274		700 g	
Gewicht MUX275-08		300 g	
Gewicht MUX275-16		350 g	
Versorgungsspannung POWER	18 V	36 V	typ. 24 V, ≤25 Watt, verpolgeschützt, potentialgetrennt
Spannung POWER GND24 gegen PE	-50 V	+50 V	Gleichtaktbereich der Versorgungsspannung gegen PE
Spannung GNDV24 - PE	-50 V	+50 V	Gleichtaktbereich der V24-Schnittstellen gegen PE
Spannung SPSGND24 - PE	-50 V	+50 V	Gleichtaktbereich von SPSIO gegen PE
Spannung GND gegen PE	-10 V	+10 V	Gleichtaktbereich Masse SMMU gegen PE, begrenzt durch 30V-Varistor
MUX Spannungsbereich ohne Begrenzungseinsatz	-12 V	+30 V	Spannung an MUXAP gegen GND, Masse der SMMU
MUX Gleichtaktbereich Betrieb	-8 V	+26 V	Spannung an MUXAP gegen GND, Masse der SMMU
MUX UDC an offenem AF-Anschluß AC überlagert	-34V±AC 4Vp	+34V±AC 4Vp	Spannung gegen GND, Masse der SMMU ± Wechselanteil von externen Y-Störgeräten
Y-Störspannung externer Komponenten		±4Vp	gemessen gegen PE (10MΩ//10pF)
Zentralreferenz	20ppm/K typ.		für USUPPLY, ICONST, !AINx
USUPPLY Spannungsquelle	-2300 mV	+34 V	DUT-Spannung, dauerkurzschlussfest für RLC-Last geregelt an den zwei AP ungeregelt an einem AP
Ausgangswiderstand		30 mΩ	
Anstiegs-/ Abfallzeit	10 V/ms	300 mΩ	
	100 V/ms		Bereich Bipolar Bereich Unipolar
ILIMIT-Einstellbereich	±30 mA	±400 mA	DUT-Spannungsversorgung Strombegrenzung SVGP
Abweichung		±10 mA	
ICONST Stromquelle	0 µA	400 mA	DUT-Konstantstromsenke für RC-Last
Ausgangswiderstand	15 MΩ		
ULIMIT-Einstellbereich	1 V	26 V	DUT-Konstantstromsenke Spannungsbegrenzung SVGP
Abweichung	-0,5 V	+0,8 V	
Referenz für Messungen		20 ppm/K	
Messbereiche Voltmeter, Udifferentiell	±120 mV	±34 V	Eingangswiderstand 2x 2,2GΩ gegen GND, CMR abhängig von Messbefehl & Bereich bis zu 120dB
Gleichtaktunterdrückung CMR	66 dB		
Messbereiche Amperemeter	±2 µA	±400 mA	Auflösung 1 nA...100 µA; Bürdewiderstand 0Ω

2.7 Prinzipschaltung

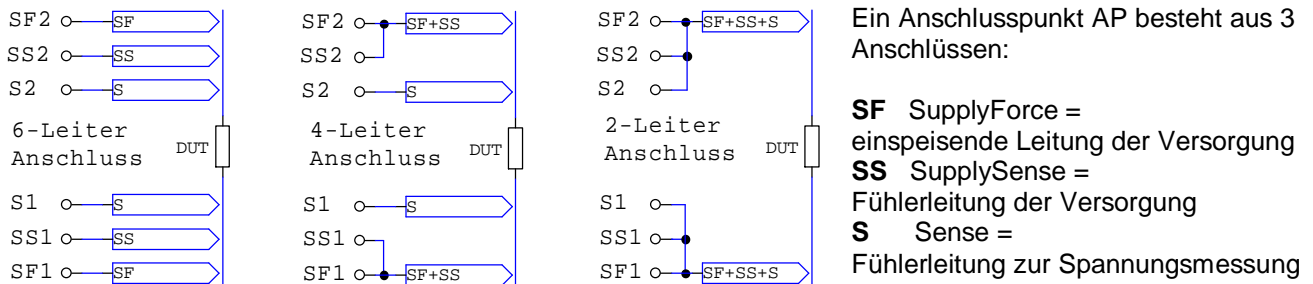


Die Prinzipschaltung der SMMU05 zeigt die Versorgungsgeneratoren des DUT, bestehend aus den Reglern SVGP für den positiven und SVGN für den negativen Anschluss der DUT-Versorgung. Jeder Regler besitzt seine eigene Fühlerleitung zur Regelung der Ausgangsspannung. Über die Multiplexer kann jeder AP mit oder ohne SupplySenseFunktion versorgt werden.

Das Amperemeter befindet sich im Ausgangspfad des SVGN. Prüflinge können angeschlossen werden am MINIPOINT und an den Multiplexern MUX275. Das differentiell arbeitende Voltmeter misst Spannungen am MINIPOINT oder an MUX275 über die Messbusleitungen MBSP und MBSN.

2.8 DUT-Anschluss

Die Multiplexer der SMMU sind aufgebaut in 6-Leitertechnik. Der DUT-Anschluss kann daher in (6-), 4- oder 2-Leitertechnik erfolgen, d.h. es werden 6, 4 oder 2 Kontaktnadeln verwendet.



Anschluss technik	Messgenauigkeit	Kommentar	Bewertung
6-Leiter	Sehr gut	aufwändige Kontaktierung	überqualifiziert
4-Leiter	Gut	sehr geringe Fehler	Bester Kompromiss
2-Leiter	Befriedigend	Messfehler im Vorfeld kalkulieren	Notlösung

Jeder Anschluss des Prüflings ist bei ICT über die 3 Anschlüsse SF, SS und S mit dem Multiplexer verbunden. Die Anschlussart bestimmt entscheidend die Genauigkeit der Messungen.

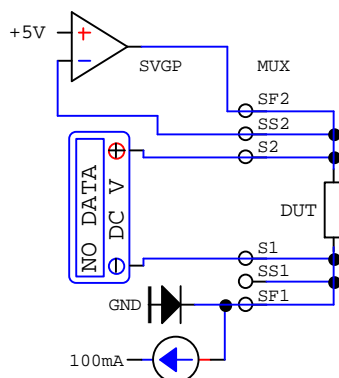
Bei Platzproblemen im Nadeladapter wird 2-Leiteranschluss verwendet: Zwei Testnadeln kontaktieren (je SF+SS+S) den DUT. Störende Übergangswiderstände der Kontaktiernadeln werden dabei mitgemessen.

Hauptsächlich verwendet wird 4-Leiteranschluss: Vier Testnadeln kontaktieren (jeweils SF+SS und separat S) den DUT. Die Spannungsmessung an S erfolgt korrekt, Übergangswiderstände der Speisenadeln verursachen einen geringen Spannungsabfall bei der DUT-Speisung mit Konstantspannung.

Die 6-Leitertechnik ist zur Verwendung in der SMMU überqualifiziert und wird deshalb vom Plaustest nicht unterstützt.

Die Anschlüsse SF und SS sind immer extern zu verbinden, entweder direkt am DUT-Stecker der Multiplexer oder besser, um Zuleitungsverluste auszuregulieren, direkt am Nadeladapter. Der Plaustest überprüft u.a. diese Verbindung, deshalb ist ein 6-Leiteranschluss nur ohne Plaustest anwendbar (siehe 12.1 Plausibilitätstest).

2.8.1 Komplett verschaltete Anschlusspunkte

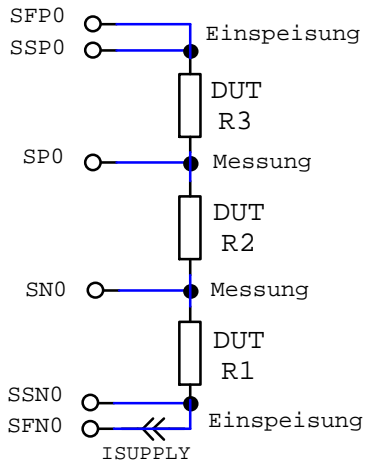


Ein DUT-Anschluss mit komplett verschalteten AP (SF+SS+S) ermöglicht die uneingeschränkte Anwendung von ICT und FKT. Das ist die empfohlene Standardbeschaltung eines DUT-AP.

Gezeigt ist die Prinzipschaltung der SMMU bei einer ICT-Widerstandsmessung. Der SVGP erzeugt die Maximalspannung ULIMIT, die Stromsenke liefert den Prüfstrom, an den Senseanschlüssen S wird die Spannung am DUT differentiell gemessen. Der Durchgangswiderstand wird im System berechnet.

Die Clampediode stellt sicher, dass die Spannung am DUT in diesem Beispiel 5,7V nicht überschreiten kann. Anschluss SS1 wird nur zur Kontaktierüberwachung der Kelvinanschlüsse verwendet.

2.8.2 Geteilte Anschlusspunkte



Bei geteilten AP werden die Anschlüsse eines AP (S, SF, SS) separat verwendet, die Verschaltung ist an die Erfordernisse angepasst. Das Bild zeigt einen DUT mit 4 Anschlüssen, der mit den 2 geteilten AP vom MINIPORT abgedeckt werden soll.

Die Konsequenzen sind:

Funktionstests sind eingeschränkt, die Einspeisung ist nur möglich an SFP0 und SFN0. Gemessen werden kann der Strom ISUPPLY, die Spannungen an R2 differentiell und gegen GND, sowie die Spannung an SSP0 und an SSN0 gegen Systemmasse GND.

InCircuit-Tests sind nicht möglich, z.B. eine Widerstandsmessung von R2, da die Widerstände R1 und R3 die Versorgung von R2 behindern, die Kontaktierüberwachung meldet deshalb Fehler.

2.9 Wichtige Hinweise

Eine Systemerdung zur Y-Anbindung der SMMU ist unbedingt erforderlich.

Bei externen Komponenten ist Y-Anbindung und Gleichtaktanbindung zu beachten, siehe extra Kapitel.

Die Leiterplatten der SMMU dürfen am Messbus nur spannungslos gesteckt werden.

Bei allen, in einer Anwendung nicht verwendeten AP an MINIPORT und MUX, soll eine Brücke eingelötet werden zwischen den Anschlüssen SF und SS.

ICT-Messungen verwenden teilweise Spannungen bis 26V und Ströme bis 400mA, der Prüfling muss dafür ausgelegt sein.

Der Stromregler IREG darf nicht an Induktivlast betrieben werden, d.h. ICT-Widerstandsmessungen an Induktivitäten sind nicht zulässig.

2.10 Inbetriebnahme

2.10.1 SMMU

Modul CTL274 Erdung der SMMU an Stecker X1.2 oder an den Montagebolzen des Leiterplattenstapels. Jumper 1 auf Stellung 2-3 einstellen (Baudrate 115,2Kbaud). PC mit Kabel 1:1 anschließen an 274X5 V24.0. Am MINIPORT wird zur Inbetriebnahme oder bei Nichtverwendung ein Dummy-Kurzschlussstecker aufgesteckt. Folgende Anschlüsse sind zu brücken:

1. SFP0 – SSP0 – SP0
2. SFN0 – SSN0 – SN0

Module MUX275

Aufsteigende Adressvergabe der vorhandenen Multiplexer durch Stecken der Adressjumper auf 1..8. Jumper J2 bei MUC275C auf Stellung 1-2 (Adressoffset = 0). An jedem MUX-Stecker 275X3, X4 wird ein Dummy-Kurzschlussstecker aufgesteckt, folgende Anschlüsse sind zu brücken: 8 Brücken SF1 – SS1 bis SF8 – SS8.

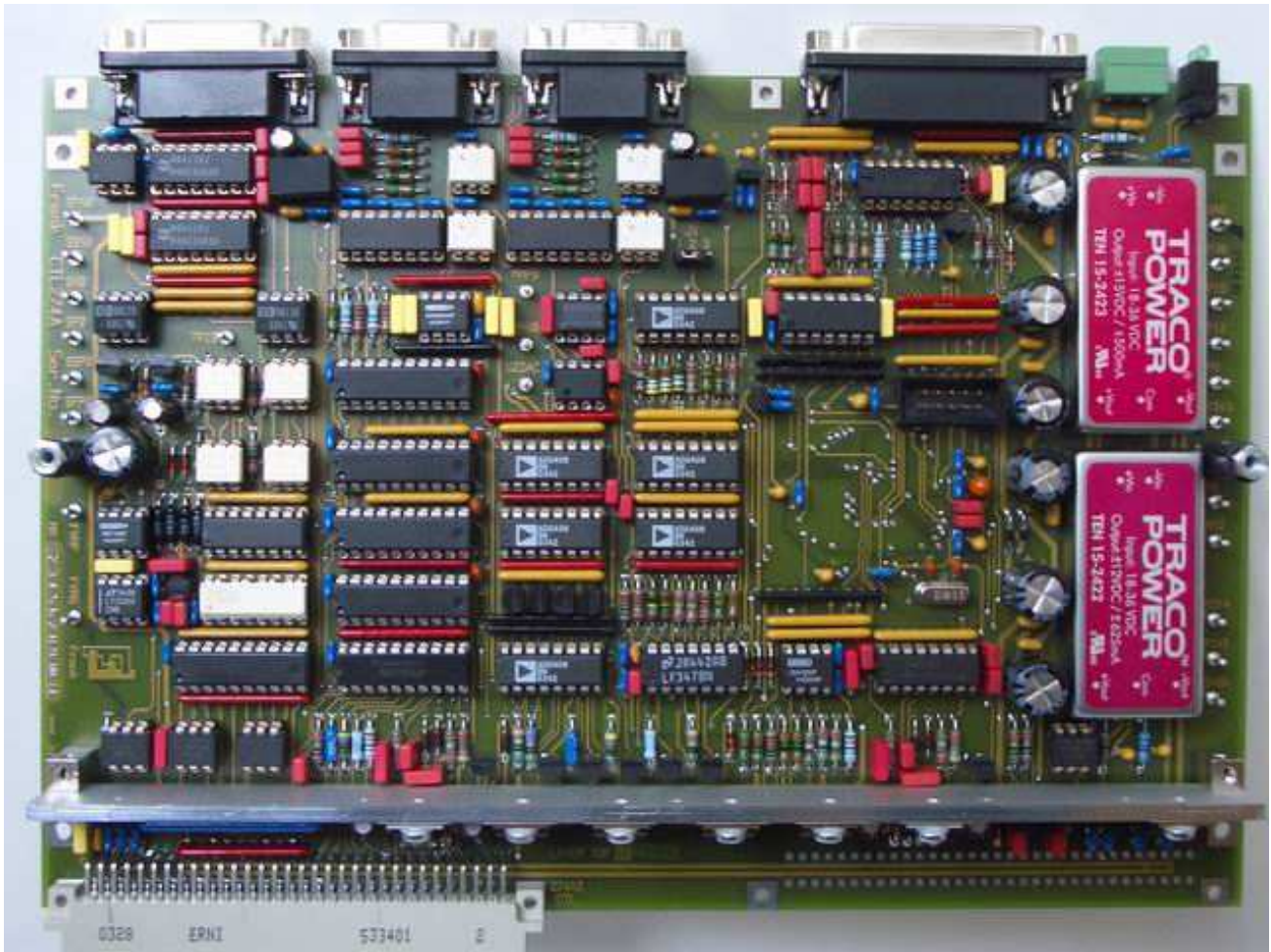
Test Alle Leiterplatten korrekt über das Messbuskabel verbinden. Spannungsversorgung 24V an Stecker X1 anschließen und einschalten, die grünen LEDs an CTL und MUX blinken langsam.

Jetzt kann ein Plausitest z.B. mit dem HyperTerminal am PC erfolgen. Die Parameter der Schnittstelle lauten: 115,2Kbaud, 1 Startbit, 8 Data, NoParity, 1 Stopbit. Der Test besteht aus der Eingabe der Befehle !COD5;1, !SLT4, !PLA, jeweils mit Entertaste (CarriageReturn). Bei korrektem System wird ein Plausibilitätstest mit allen Zwischenergebnissen ohne Fehler (F=0) angezeigt. Das System ist jetzt vorbereitet zur spezifischen Verdrahtung mit den externen Komponenten.

2.10.2 Externe Komponenten

Extern gespeiste Komponenten sind eingeschaltet, deren Anschlüsse zur SMMU sind ausgesteckt. An jedem Anschluss einer externen Komponente wird mit einem geerdeten Oszillografen ($R_i = 10\text{M}\Omega/10\text{pF}$) die Spannung gegen PE gemessen, der überlagerte Wechsellagensanteil darf $\pm 4\text{Vp}$ nicht überschreiten, auf geeignete Y-Entstörung ist zu achten (siehe Kapitel 17.2). Erst danach werden die Verbindungsstecker in die SMMU eingesteckt.

3 CTL274 Controller



CTL274B mit abgeschraubtem Sekundärkühlkörper

Das komplette System wird über den grünen Stecker POWER versorgt. Der Eingang ist verpolgeschützt und potentialfrei. Der CASE Anschluss von POWER muss extern mit PE verbunden werden, das ist die Y-Anbindung der SMMU (vergleiche Kapitel 17.3).

Eine Personengefährdung kann nicht auftreten, da die modulinternen Spannungen max. +30V bzw. -12V betragen.

An Schnittstelle V24.0 wird der ansteuernde Rechner angeschlossen, V24.1 ist für die Applikation frei verwendbar. Beide V24-Schnittstellen sind potentialfrei ausgeführt.

Die Baudrate der Schnittstelle V24.0 wird mit Jumper 1 definiert.

Am Stecker AUXIO stehen systemunterstützende massebezogene Ein- und Ausgänge zur Verfügung.

Am Stecker MINIPORT können u.a. einfache Prüflinge mit maximal 2 AP angeschlossen werden.

Über den Stecker Messbus können DUT-Multiplexerkarten MUX275 angeschlossen werden.

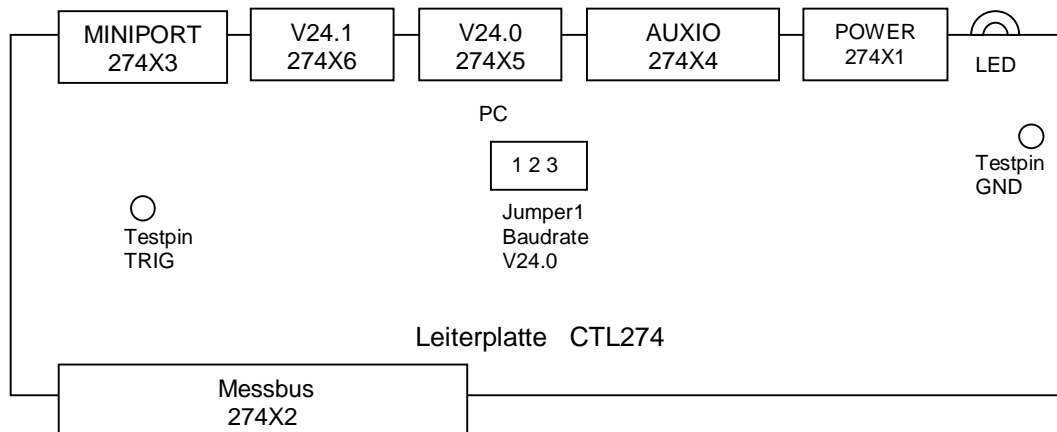
Alle Analogkanäle sind per Software abgeglichen, der interne Speicher enthält die erforderlichen Calibrierwerte, die vom Hersteller eingeschrieben werden.

Die Rechnertemperatur kann mit Befehl !ain9 in °C abgefragt werden, die Versorgungsspannungen können mit !MUVx gelesen werden. Weitere Abfragen siehe Absatz 13.4.1 ff.

An den Testpins TRIG und GND kann ein 5V-HCMOS-Signal abgegriffen werden, um den zeitlichen Verlauf von Triggermessungen am Oszilloskop abbilden zu können.

Die grün blinkende LED1A (unten) signalisiert Rechneraktivität. LED1B kann die Applikation verwenden.

3.1 PCB-Lageplan



3.2 Jumper J1

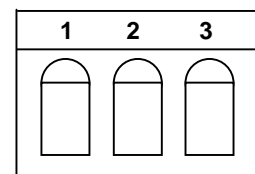
Position J1	Baudrate V24.0	Kommentar
1-2	9600	1 Start, 8 Data, NoParity, 1 Stop
2-3 oder nc	115200	

Jumper 1 definiert die Baudrate der V24.0-Schnittstelle, die zur Kommunikation mit dem ansteuernden Rechner verwendet wird.

3.3 Steckerbelegung

3.3.1 274X1 POWER Phoenix MC1,5/3-G-3,81

Name	Stecker Pin	Bemerkung
GND24	1	Eingang Versorgungsspannung GND
CASE	2	Gehäuseanschluss, mit PE verbinden
P24	3	Eingang Versorgungsspannung +18..36VDC (≤25 Watt)



Sicht auf Drahtabgang

Portabler Gegenstecker274P1: Phoenix MC1,5/3-ST-3,81 Bestell# 1803581

3.3.2 274X3 MINIPORT SubD15female

Name	Flachkabel Draht#	Stecker Pin	Bemerkung
CASE	1	1	Gehäusepotential
GND	2	9	Masse
SFN0	3	2	SupplyForceNegative 0
	4	10	reserved
SSN0	5	3	SupplySenseNegative 0
	6	11	reserved
SN0	7	4	SenseNegative 0
	8	12	reserved
SP0	9	5	SensePositive 0
	10	13	reserved
SSP0	11	6	SupplySensePositive 0
	12	14	reserved
SFP0	13	7	SupplyForcePositive 0 (ohne Schalter)
	14	15	reserved
	15	8	reserved

3.3.3 274X4 AUXIO SubD25female

Name	Flachkabel Draht#	Stecker Pin	Bemerkung
CASE	1	1	Gehäusepotential
P5EXT	2	14	Ausgang 5V / 50mA für z.B. Temperatursensor extern
TEMPEXT	3	2	Eingang für Temperatursensor extern 0...+120°C
GND	4	15	Masse
AIN4	5	3	Analogeingang 12bit, 0...+4800mV, Ri=20KΩ
AIN5	6	16	Analogeingang 12bit, 0...+4800mV, Ri=20KΩ
AIN6	7	4	Analogeingang 12bit, 0...+4800mV, Ri=20KΩ
AIN7	8	17	Analogeingang 12bit, 0...+4800mV, Ri=20KΩ
P5EXT	9	5	Frequenzteiler DIV252 Ausgang +5V
GND	10	18	Frequenzteiler DIV252 Masse
ENDIVB	11	6	Frequenzteiler DIV252 Ausgang Enable
GND	12	19	Frequenzteiler DIV252 Masse
FDUTDIVB	13	7	Frequenzteiler DIV252 Eingang vom Vorteiler
GND	14	20	Frequenzteiler DIV252 Masse
FRQ	15	8	Digitalausgang Frequenz 5V (50Ω) PushPull
/GUT	16	21	Digitalausgang /GUT Opencollector (active low) max. 24V/20mA
QUIT	17	9	Digitaleingang QUIT (10...30V active high)
SA	18	22	AB4-Zählereingang SA 5V HCMOS mit PullUpR 10KΩ an +5V
SB	19	10	AB4-Zählereingang SB 5V HCMOS mit PullUpR 10KΩ an +5V
GND	20	23	Masse
M12	21	11	Ausgang -12V max. 50mA, Achtung: Nicht kurzschließen
GND	22	24	Masse
P5	23	12	Ausgang +5V max. 50mA, Achtung: Nicht kurzschließen
P12	24	25	Ausgang +12V max. 50mA, Achtung: Nicht kurzschließen
P30	25	13	Ausgang +30V max. 50mA, Achtung: Nicht kurzschließen

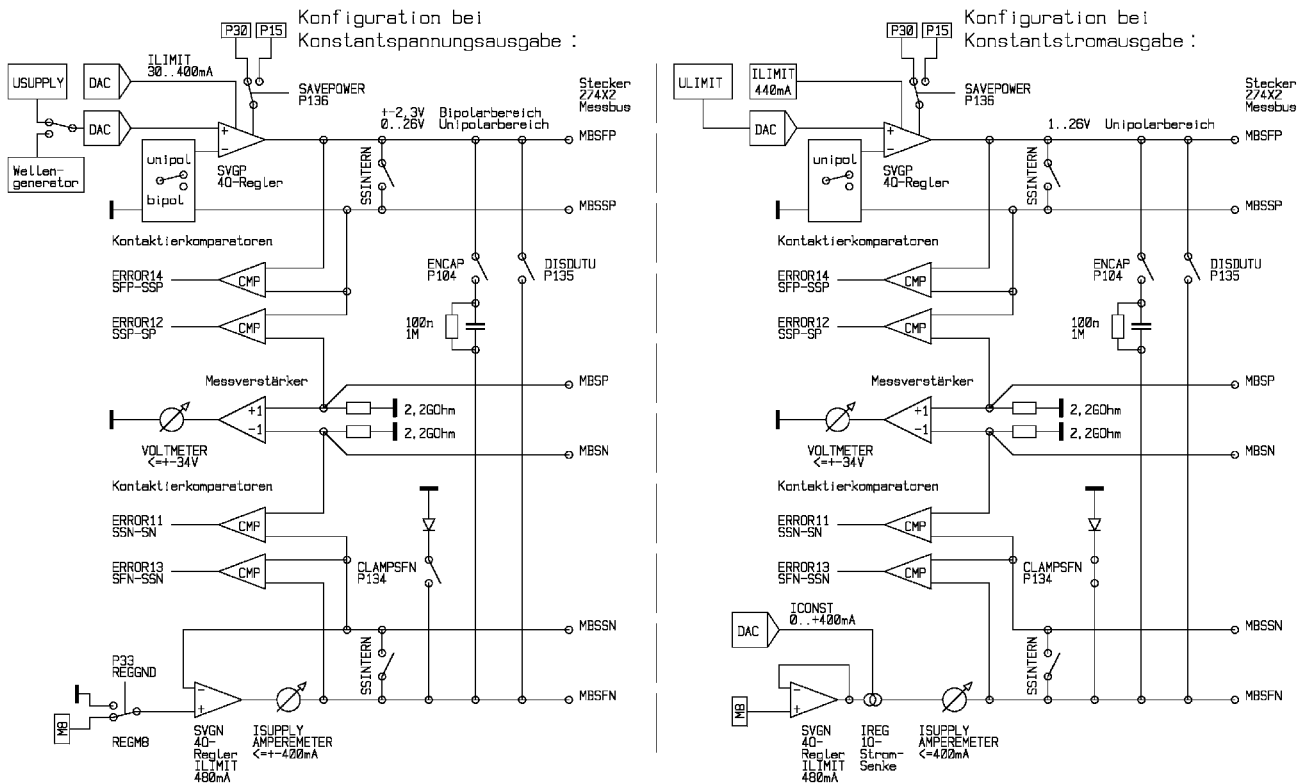
3.3.4 274X5 V24.0 (PC/SPS) SubD9female

Name	µC- Port-Nr.	Stecker Pin	Bemerkung
K		1	
TXD0	P0.0	2	Die Verbindung zum PC erfolgt mit einem 1:1 Kabel
RXD0	P0.1	3	
K		4	Extern DTR
GNDI0		5	Ground0 isolated
K		6	
-		7	Extern CTS
K		8	
K		9	Alle mit K bezeichneten Pins sind auf der LP kurzgeschlossen

3.3.5 274X6 V24.1 (User) SubD9female

Name	µC- Port-Nr.	Stecker Pin	Bemerkung
K		1	
TXD1	P0.4	2	
RXD1	P0.5	3	
K		4	Extern DTR
GNDI1		5	Ground1 isolated
K		6	
-		7	Extern CTS
K		8	
K		9	Alle mit K bezeichneten Pins sind auf der LP kurzgeschlossen

3.4 Blockschaltbild

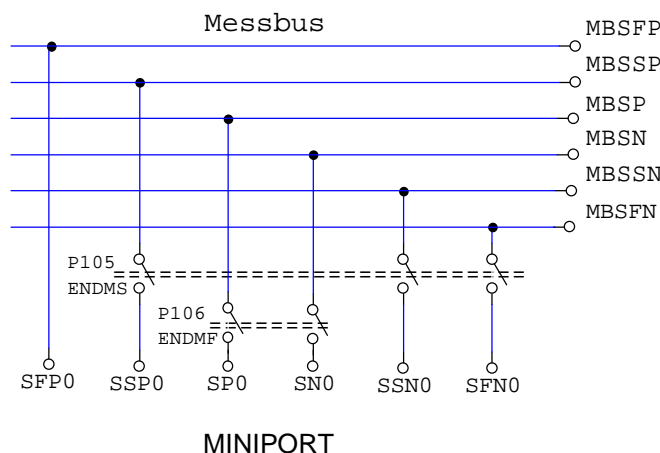


Die eingezeichneten Schalter werden von der Firmware automatisch verwaltet. Bei FKT können die Schalter mit angegebener Portnummer applikationsbezogen bedient werden. Die Ansteuerung erfolgt mit !SET, !CLR, beschrieben in Abschnitt 13.4.6.2 Allgemein.

3.5 MINIPORT

Am MINIPORT kann u.a. angeschlossen werden, ein

1. Miniprüfling mit 2 DUT-AP mit fester Polarität, z.B. LED
2. externes DVM oder einer Messerfassungskarte, z.B. für hochgenaue Abgleichzwecke direkt an die 2 S-Anschlüsse, die Auswahl der Messquelle erfolgt mit MUX275, siehe 18.7.6
3. Stützelko an SFP0 und SFN0, zuschaltbar unter Programmkontrolle an USUPPLY



Bei ICT werden die elektronischen Relais ENDMS und ENDMF automatisch bedient. Die Adressierung des MINIPORT erfolgt durch Eingabe des Befehls mit Messstellenindex 0:0 oder default ohne Index. MINIPORT-AP und MUX-AP sind bei ICT-Messungen nicht kombinierbar. Bei FKT können die Relais mit den Befehlen !SET und !CLR manuell betätigt werden. Am MINIPORT kann ein potentialfreier Prüfling immer angeschlossen bleiben, auch wenn anderweitige Messungen über MUX275 erfolgen. Anschluss SFP0 hat keinen Schalter, dadurch ist ein angeschlossener DUT immer galvanisch mit dem niederohmigen Anschluss MBSFP verbunden, das ist dauerhafte Gleichaktanbindung für den DUT.

3.6 DUT-Versorgung

3.6.1 Gleichspannung

Der Befehl !SUP{USUPPLY};{ILIMIT} mit Werten in mV und mA schaltet die DUT-Versorgung in den Spannungsmodus und stellt die angeforderten Werte.

Ausgangsspannung USUPPLY	Strombegrenzung ILIMIT	Bemerkung
-2300...+34000 mV	30...400 mA	Dauerkurzschlussfest.

Die Spannungsversorgung für den Prüfling USUPPLY wird erzeugt von 2 Generatoren

1. SVGP Supply Voltage Generator Positive USVGP -2,3V...+26V mit Stromgrenze ILIMIT
2. SVGN Supply Voltage Generator Negative USVGN 0V oder -8V mit Stromgrenze fix 470mA

Der SVGP regelt seine Ausgangsspannung USVGP über die Senseleitung SSP.

Der SVGN regelt seine Ausgangsspannung USVGN über die Senseleitung SSN.

Über die an jedem AP vorhandene Supply-Senseleitung (SS) wird der Spannungsabfall im Multiplexer und der DUT-Zuleitung ausgeregelt. Das SS-Handling wird vom System verwaltet, mit internen Tests wird gleichzeitig die Funktion überwacht.

Die Differenzspannung USVGP-USVGN ist die DUT-Versorgungsspannung USUPPLY, sie kann geregelt auf zwei MultiplexerAP geschaltet werden, Befehle !SSVp:n und !RSV.

Ausgabebefehle mit Index 0:0 oder ohne Index (default=0:0) adressieren den MINIPORT. Alle AP am MUX275 haben Index >=1.

Ohne SupplySensefunktion kann die positive und die negative Spannung auf beliebig viele AP geschaltet werden (!SPPx, !RPPx, !SPNx, !RPNx).

Der SVGP arbeitet in unterschiedlichen Spannungsbereichen, die das System automatisch umschaltet, im Bipolarbereich +-2300mV und im Unipolarbereich 0...26V. Bei Sollwert der Ausgangsspannung <=10V, wird die Versorgungsspannung des SVGP reduziert (Betrieb mit SAVEPOWER). Bei Sollwert >26V wird der negative Offset von -8V des SVGN zugeschaltet. Beim Umschalten zwischen den Bereichen entstehen Verzögerungen und geringe nichtmonotone Spannungsschwankungen, siehe auch Kapitel 18.3.8

#	Ausgangsspannung USUPPLY	statische Abweichung	Details		Lastverhalten USUPPLY
			SVGP	SVGn	
1	-2300...+2300 mV mit SAVEPOWER	+/- 5 mV	Bipolarbereich -2300...+2300 mV 1,2 mV / Bit	0 V	Der Ausgang wird stabilisiert durch interne Stützkondensatoren von etwa 17nF mit 20 Ohm Serienwiderstand. Bei einem Kurzschluss der Ausgänge gibt es so gut wie keine kapazitive Entladungsstromspitze, der Strom entspricht der eingestellten Strombegrenzung ILIMIT. Ein Lastsprung von 370 mA wird ohne zusätzliche externe Stützkondensatoren in ca. 30µs ausgeregelt, die Regelabweichung liegt kurzzeitig bei etwa 1V (e-Funktion). Mit externer C-Last wird die Regelabweichung kleiner und die Ausregelzeit höher.
2	2301 mV...10 V mit SAVEPOWER	+/- 25 mV	Unipolarbereich 2301...10V 6,8 mV / Bit	0 V	
3	10,001 V...26 V ohne SAVEPOWER	+/- 40 mV	Unipolarbereich 10,001...26V 6,8 mV / Bit	0 V	
4	26,001 V...34 V ohne SAVEPOWER	+/- 60 mV	Unipolarbereich 18...26V 6,8 mV / Bit	Uoffset -8 V	

Strombegrenzung ILIMIT	Abweichung	Bemerkung
30...400 mA	+/- 10 mA	Stromgrenzwert im Spannungsmodus; min. 30 mA, auch bei Vorgabe von 0

Details sind zu finden in Kapitel 18.3. DUT-Versorgung.

3.6.2 Wechsellspannung

Zur Erzeugung von Wechsellspannungen kann der Wellengenerator aktiviert werden, der direkt den SVGP ansteuert. Der Befehl lautet: `!WAV{frq};{ampl};{offs};{Art}`

Frequenz: 13...3000Hz Sinus
Amplitude: Spitzenspannung U_s in mV
Offset: Offsetspannung in mV
Art: 1 ist Sinus

Der dem Wellengenerator nachgeschaltete SVGP arbeitet entweder im Bipolarbereich (+-2300mV) oder im Unipolarbereich (0...26V). Im Bipolarbereich können Wechsellspannungen ohne DC-Anteil erzeugt werden, in beiden Bereichen ist eine Gleichspannungsausgabe mit überlagertem AC-Anteil möglich. Anhand der Generator-Parameterwerte wird der SVGP-Spannungsbereich automatisch gewählt.

Der Bipolarbereich wird aktiviert, wenn

1. Amplitude + Offset $\leq 2300\text{mV}$
2. Amplitude $\leq 3200\text{mV}$ Amplitude bis 2300mV liefert unverzerrten Sinus

Ansonsten wird der Unipolarbereich aktiviert. Negative Spannungen können dort nicht erzeugt werden, stattdessen wird 0V ausgegeben. Das ermöglicht die Erzeugung von lückenden positiven Sinushalbwellen. Die maximale Signalamplitude beträgt 26000mV mit $\text{Amplitude} + \text{Offset} \leq 26000\text{mV}$.

In beiden Ausgabebereichen kann eine negative Offsetspeinstellung die Bereichsgrenzen übersteuern, die erzeugte Signalfom ist zweckmässig per Oszillograf zu kontrollieren.


Der `!WAV`-Befehl benötigt 50...100ms Rechenzeit bis zum Start des Wellengenerators.

Wird als Frequenz 0 angegeben, stoppt der Wellengenerator synchron am Sinusende.

In der Hardware $\geq \text{HMR7}$ werden Wechselanteile durch Tiefpassfilter abgeschwächt. Die Abschwächung beträgt bei 3000Hz -1,5dB und bei 4500Hz -3dB.

Der SVGN wird beim Einschalten des Wellengenerators im Spannungsmodus mit Offsetspannung 0V initialisiert. Eine Umschaltung der Ausgangsspannung des SVGN auf Offsetspannung -8V ist möglich durch Löschen des internen Signals REGGND (`!CLR33`). Damit kann die Spannung U_{SUPPLY} für den DUT auf bis zu 34V erhöht werden. Systemspezialisten können bei Notwendigkeit eine Umschaltung vom SVGN auf Stromsenke vornehmen (`!SIP !SIB`). Bei Befehlseingabe von `!SUP`, `!SIP` oder `!SIB` bei gestartetem Wellengenerator wird die angeforderte Spannung des SVGP immer vom aktiven Wellengenerator überschrieben, die spezifische Umschaltung der Betriebsart von SVGP und SVGN/IREG wird dauerhaft ausgeführt.

Programmierbeispiele zum Wellengenerator:

!SUP500;100	Spannungsmodus einstellen, Preset 500mV mit 100mA Stromgrenze I_{LIMIT} Tester stellt intern $\text{SVGP}=500\text{mV}/100\text{mA}$ und $\text{SVGN}=0\text{V}/470\text{mA}$
!SSV3:2	Spannungsausgabe an Anschlusspunkt 3 (APpos) und 2 (APneg)
!WAV1000;1414;500;1	Starte Generator mit 1000Hz, $U_p = 1414\text{mV}$, Offset 500mV, Sinuserzeugung, automatisch gewählt wird der SVGP Bipolarbereich, identische Werte der Spannung bei <code>!SUP</code> und Offsetspannung bei <code>!WAV</code> ermöglichen das nahtlose Zuschalten des Wellengenerators auf eine vorhandene Gleichspannung.
!WAV	Generatorstop am Periodenende (alle Parameter sind 0)
!AAA	Generatorstop asynchron
!WAV50;13000;13000;1	50Hz mit Sinus von 13Vp, Offset 13V, Maximalaussteuerung
!WAV50;26000;0;1	 Sinushalbwellen 26Vp mit Wiederholfrequenz 50Hz, Offset 0V, Maximalaussteuerung
!WAV50;20000;-10000;1	Sinushalbwellen 20Vp mit Wiederholfrequenz 50Hz, Offset -10V
!WAV1000;0;500;1	Generator 1000 Hz, Amplitude 0mV , Offset 500mV, Sinus Der Wellengenerator ist aktiv mit Amplitude 0 mV, dieser Befehl ist zu vermeiden, da er unnötig Rechnerleistung bindet.

3.6.3 Konstantstrom

Die folgenden Befehle schalten die DUT-Versorgung in den Strommodus und stellen die angeforderten Werte.

Die Konstantstromversorgung des Prüflings ist aufgeteilt in 2 Generatoren:

1. SVGP Supply Voltage Generator Positive, erzeugt ULIMIT
2. IREG Konstantstromsenke, erzeugt ICONST

SVGP	IREG	Bemerkung / Befehl
Spannungsbegrenzung ULIMIT	Konstantstrom ICONST	Die SVGP-Strombegrenzung liegt in allen Konstantstrombereichen fix bei ca. 440 mA
1000...26000 mV	0...100 µA	!SIB{ICONST};{ULIMIT} IConst in µA, ULIMIT in mV
1000...26000 mV	101...1000 µA	
1000...26000 mV	1001...10000 µA	
1000...26000 mV	0...400 mA	!SIP{ICONST};{ULIMIT} IConst in mA, ULIMIT in mV

Der SVGP regelt die Spannung ULIMIT (gemessen gegen GND) am Anschluss SFP über den SupplySenseanschluss SSP. Am Anschluss SFN ist die 1Quadranten-Konstantstromsenke IREG angeschlossen, die Minimalspannung gegen Systemmasse beträgt -0,7 V (begrenzt durch Diodenclamp gegen GND).

ULIMIT und ICONST können mit !SSVp:n auf 2 beliebige Multiplexerausgänge geschaltet werden. !RSV beendet nur die Konstantstromausgabe an den DUT, die Stromquelle muss separat stromlos gestellt werden. Ausgabebefehle mit Index 0:0 oder ohne Index (default=0:0) adressieren den MINIPORT. Alle AP am MUX275 haben Index >=1.

Ausgangsstrombereich ICONST	DAC-Auflösung	Abweichung	Bemerkung
0...100 µA	0,03 µA	+/- 1 µA	Option Abgleich, spätere Erweiterung
		5%	Ohne Abgleich
101...1000 µA	0,3 µA	+/- 10 µA	Option Abgleich, spätere Erweiterung
		5%	Ohne Abgleich
1001...10000 µA	3 µA	+/- 100 µA	Option Abgleich, spätere Erweiterung
		5%	Ohne Abgleich
0...400 mA	0,1 mA	+/- 1 mA	0..+400 mA

Der Stromregler ist ausgelegt für Widerstandslasten und kapazitive Lasten. Ab Hardwarestand MR5 können induktive Lasten bis zu einem L-Belag von 20µH betrieben werden, bei höheren L-Werten beginnt der Stromregler zu schwingen.

3.7 Leiterplattenabmessungen und Befestigung

Maße der Doppeleuropaplatte ohne Stecker	L: 233,35mm B: 160mm H: 30mm
--	------------------------------

Eine Befestigung der LP mit 4 elektrisch leitenden Abstandsbolzen M3x20 InnenAussen im Raster 225x130mm symmetrisch zur LP ist möglich. Alle 4 Bolzen sind auf einer Metallplatte zu montieren, die extern mit Erdpotential PE zu verbinden ist. Die Befestigungsbohrungen in der Leiterplatte haben eine elektrische Verbindung zu Bauteilen auf der Leiterplatte und dürfen NICHT aufgebohrt werden, da sonst die Durchkontaktierung der Bohrungen und die Erdableitung zerstört wird!

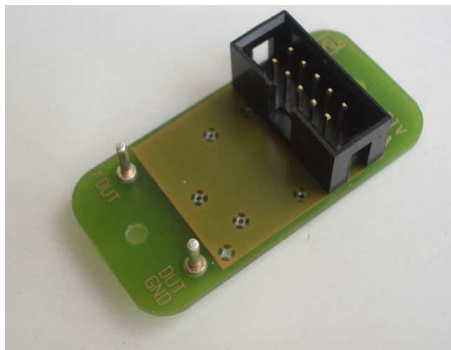
Die Leiterplatte ist 19" kompatibel. Die optionale 19" Teilfrontplatte hat die Abmessungen 6HE 6TE.

4 Interfaceeinheiten am Stecker AUXIO

Am Stecker AUXIO 274X4 stehen systemunterstützende massebezogene Ein- und Ausgänge zur Verfügung. Die spezifische Verdrahtung und Weiterverarbeitung erfolgt durch den Anwender.

4.1 HF-Vorteiltermodul DIV252

Das HF-Vorteiltermodul DIV252 dient zur Erfassung von DUT-Frequenzen bis 7MHz. Die Montage erfolgt im Nadeladapter direkt am Prüfling, damit die Belastung des zu prüfenden Signals so gering wie möglich wird. Ein schwaches HF-Signal kann z.B. direkt an einem Quarz abgegriffen werden. Der Messeingang FDUT ist kapazitiv gekoppelt, das Signal wird mit etwa 4,7pF belastet. Das Signal DUTGND ist mit 1nF an den Vorteiler angebunden. Durch die rein kapazitive Ankoppelung ist das Massepotential des DUT zur SMMU frei, begrenzt durch die Eingangskondensatoren auf etwa +-40V. Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt über 2,54mm Flachkabel über die Spannung P5EXT von Stecker AUXIO. Der Messbefehl lautet !MHF.



<i>Maße der Leiterplatte</i>	Länge:45mm Breite: 22mm Höhe mit Stecker: 22mm
<i>Befestigung</i>	2 Bohrungen 3,2mm zentral im Abstand von 35mm
<i>Notwendiger Stecker 252P9 Für Kabel DIV252-CTL274</i>	Pfostenstecker 10pol Raster 2,54mm mit angepresstem Flachbandkabel 10pol max. Länge 3m

Spezifikation Messeingang:

Frequenz	Rechteckspannung/ mVps	Sinusspannung/ Veff	Abweichung	Bemerkung
1 KHz...49 KHz	>800	undefiniert	2KHz	Umax +-40V
50 KHz...99 KHz		>2...20		
100 KHz...999 KHz		>1,5...20		
1 MHz....4 MHz		>0,35...20		
4 MHz....7MHz		>0,35...20		

4.1.1 Steckerbelegung

4.1.1.1 252X8 Messeingang

Steckstift 1,3mm

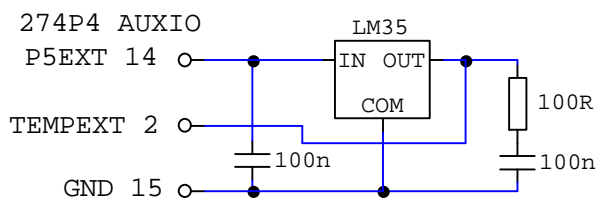
Name	Stecker Pin	Bemerkung
FDUT	1	Frequenz Messeingang Kapazität 4,7pF // 10 MΩ an GNDDUT
GNDDUT	2	HF-Masse des Prüflings Koppelkapazität 1nF an Systemmasse GND

4.1.1.2 252X9 Signalübergabe

10pol Pfosten

Name	Stecker Pin	Bemerkung	Anschluß an Steckerpin AUXIO 274X4
P5	1	Versorgung des Moduls +5V über P5EXT	5
GND	2	Masse	18
ENDIVB	3	Messfreigabe (ENableDIViderBuffered)	6
GND	4	Masse	19
FDUTDIV	5	FrequencyDUT DIVided	7
GND	6	Masse	20
-	7	Frei	NC
GND	8	Masse	20
-	9	Frei	NC
GND	10	Masse	20

4.2 Temperatursensor extern TEMPEXT



Der externe Temperatursensor dient zur Erfassung von Temperaturen am DUT, z.B. Kühlkörpertemperatur etc. Als Standard Temperatursensor wird National LM35 mit einer Steilheit von 10mV/K eingesetzt. Die Versorgung erfolgt über die kurzschluss sichere Spannung P5EXT. Positionierung, Verdrahtung und Anschluss des Sensors ist vom Anwender anzupassen. Die Messung erfolgt über den Eingang TEMPEXT über einen 8Bit ADC. Bei der Messung wird Zeitstempel1 (Auflösung 1ms) aktualisiert.

Der Messbefehl lautet !AIN15, die Befehlsausführungszeit bei 115,2KBd beträgt 2,5ms.

Sensor-temperatur	Spannung an TEMPEXT	Abweichung	Bemerkung
2...120°C	20...1200mV	3%	Eingangswiderstand 100 KΩ // 100pF

4.3 Analogeingänge AIN4...7

Zur freien Verfügung stehen 4 Analogeingänge mit Bezug auf Systemmasse GND. Sie sind vorgesehen zur Erfassung von Sensorspannungen: Helligkeit, Kraft, Weg analog, Temperatur... Die Erfassung erfolgt über einen 12 Bit ADC. Positionierung, Verdrahtung und Anschluss der Sensoren erfolgt vom Anwender. Bei einer Messung wird Zeitstempel1 (Auflösung 1ms) aktualisiert.

Die Messbefehle lauten: !AIN4, !AIN5, !AIN6, !AIN7, die Befehlsausführungszeit bei 115,2KBd beträgt 2,5ms.

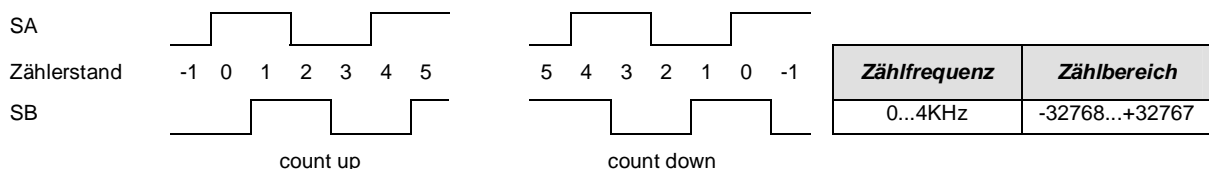
Messspannung	Abweichung	Bemerkung
0...ca. +4800mV	+10mV	Eingangswiderstand 20 KΩ mit Tiefpass 30KHz

4.4 Zählereingänge SA und SB

Die 5V-HCMOS Triggereingänge besitzen interne 10 KΩ PullUp Widerstände. 5V-Incrementalgeber können direkt angeschlossen werden. Die Signale werden von einem AB4-Zähler (4 fach-Flankenauswertung) verarbeitet, damit können z.B. Wegstrecken digital erfasst werden. Bei allen Analogmessungen wird der AB4-Zähler gespeichert. Die Erfassung von Potentiometerkennlinien etc. wird möglich.

Die Lösch- und Abfragebefehle lauten !CNTx, die Befehlsausführungszeit bei 115,2KBd beträgt 2ms.

Option auf Anfrage: Zähler löscht mit Drehgeber-Nullimpuls.



4.5 Eingang QUIT

Der Eingang ist vorgesehen zum Anschluss eines externen Tasters. Der PC kann den Tastenzustand abfragen und den Prüfablauf steuern. Soll z.B. ein Trimmer manuell abgeglichen werden, kann das System bis zur Betätigung des QUIT-Tasters warten. Die Tastenentprellung erfolgt im System.. Die Ansteuerung erfolgt mit einem aktiv HIGH-Signal, das intern um 100ms verlängert wird. Das erleichtert das Abfragen einer kurzen Tastenbetätigung im Pollingbetrieb. Der Eingang ist frei verwendbar.

Der Abfragebefehl lautet !QTK, die Befehlsausführungszeit bei 115,2KBd beträgt 2ms.

Zustand	Spannung	Bemerkung
Passiv	0...3V	Eingangswiderstand 22 KΩ gegen Systemmasse
Aktiv	10...30V	Überspannungsfest bis +50V für 1ms

4.6 Ausgang GUT

Der Ausgang ist gedacht zum Anschluss einer externen LED zur Signalisierung einer GUT-Prüfung. Der PC kann diesen Ausgang per Befehl setzen und löschen. Der Ausgang ist masseschaltend, nicht dauerkurzschlussfest und hat intern eine 36V-Zenerdiode nach Masse zur Begrenzung der Spannung. Dieser Ausgang kann frei verwendet werden. Die Befehle zum Setzen und Löschen lauten: !SET127 und !CLR127.

Zustand	Ausgangsstrom	Bemerkung
Passiv	0...100µA	Maximalspannung +30V
Aktiv	<20mA	Restspannung am Ausgang <2V

4.7 NF-Rechteckgeneratorausgang FRQ

Der Generator erzeugt ein Rechtecksignal z.B. zur DUT-Stimulation. Im Ausgang des HCMOS-ICs befindet sich ein 50Ω Serienwiderstand. Mit Hilfe einer externen Interfaceschaltung kann der Pegel und der Hub des Signals angepasst werden. Die Aufschaltung auf den DUT erfolgt z.B. über AF-Schalter der MUX275. Bei einer Triggermessung wird die Frequenzausgabe kurzfristig unterbrochen. Programmierbare Frequenzen sind 0 und 85...12543Hz. Der Befehl zur Ansteuerung lautet: !SSFx

Zustand	Ausgangsspannung	Bemerkung
Log 0	0...0,5V	5V-HCMOS Ausgang mit 50Ω Serienwiderstand I _{last} ≤ 1mA
Log 1	4,5...5.5V	

4.8 Spannungsausgang

Zur Versorgung von externer Elektronik stehen folgende Spannungen zur Verfügung:

Signal	Spannung	Laststrom extern	Bemerkung
P30	+30V	<50mA	Achtung: SMMU-Betriebsspannung ohne zusätzliche Strombegrenzung
P12	+12V	<50mA	Achtung: SMMU-Betriebsspannung ohne zusätzliche Strombegrenzung
P5	+5V	<50mA	Achtung: SMMU-Betriebsspannung ohne zusätzliche Strombegrenzung
P5EXT	+5V	<50mA	Kurzschlussbegrenzter Ausgang mit eigenem Regler 78L05
GND	Masse	-	Systemmasse SMMU
M12	-12V	<50mA	Achtung: SMMU-Betriebsspannung ohne zusätzliche Strombegrenzung

Die 4 Spannungen P30, P12, P5 und M12 werden von leistungsfähigen DCDC-Wandlern erzeugt, die das System versorgen. Ein externer Kurzschluss oder Rückspeisung kann die SMMU beschädigen.

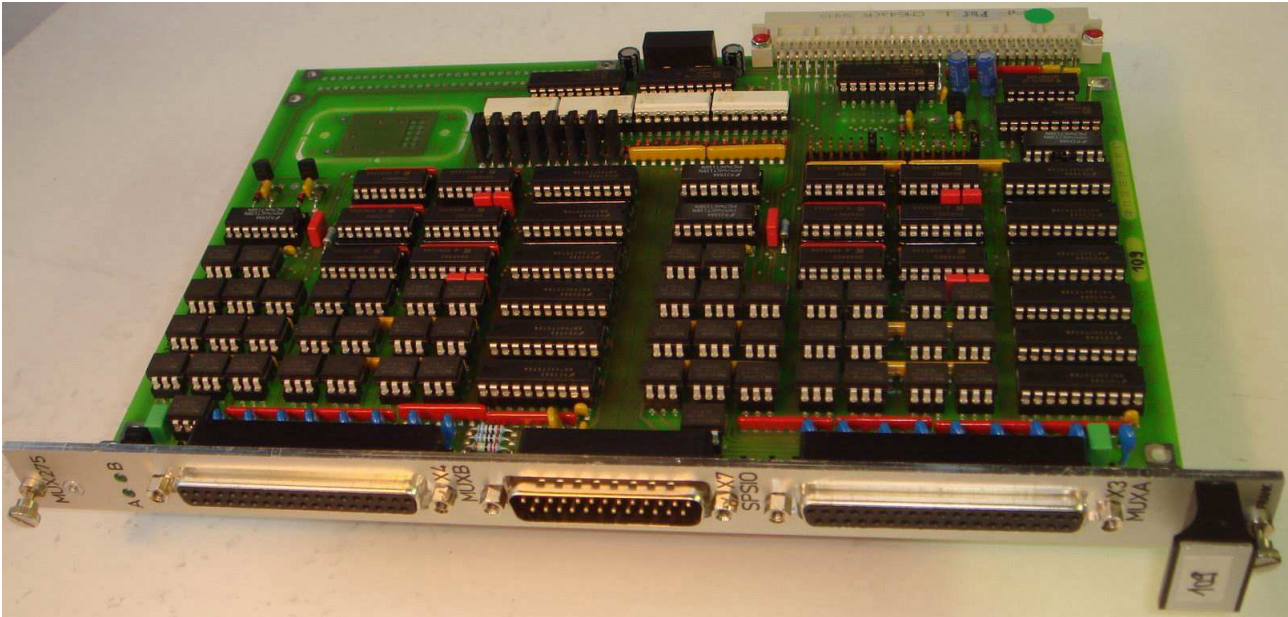
5 Download der Firmware

Die Firmware der CTL274 kann über die serielle Schnittstelle V24.0 von einem PC eingespielt werden. Zuerst muss das Ladeprogramm **SMMU05_Loader_V01.hex** und danach die Firmware **SMMU05_SWVxx.hex** geladen werden. Alle Dateien haben Intel-hex-Format.

Schritt	Aktion
1	CTL274 ist in Betrieb, die LED blinkt langsam, 1 Mal pro Sekunde. Der PC leitet den Download vom Ladeprogramm ein: !DLF2{cr}{lf}
2	CTL274 löscht den 8 KB Transferspeicher für das Ladeprogramm. Danach wird eine Fehlerantwort zurückgesendet: <F=+00000{cr}{lf} (falls kein Fehler aufgetreten ist).
3	Der PC liest die Daten des Ladeprogramms (max. 8KByte) von der Festplatte und sendet Byte für Byte. CTL274 programmiert die Daten ins Flash. Falls der V24-Empfangspuffer voll wird, sendet CTL274 einen XON/XOFF-handshake. Es wird zeilenweise ein Checksummenvergleich durchgeführt, um Übertragungsfehler zu erkennen.
4	Wurde alles transferiert (das letzte EOF-Byte \$FF wird nicht abgeschickt), dann folgt der Befehl: !DLF5{cr}{lf}
5	CTL274 prüft, ob die neuen Daten korrekt gelesen wurden. Im Fehlerfall wird <F=+00009{cr}{lf} zurückgesendet, es muss neu gestartet werden bei Schritt 1. Bei guter Übertragung erfolgt keine Antwort , das Ladeprogramm wird in den Programmbereich. (ab Adr. 0x0000) programmiert. Während der Programmierzeit (3...4s) sind alle anderen Aktivitäten und alle Interrupts gesperrt, siehe 1). Danach startet das Ladeprogramm, die LED blinkt schnell, ca. 2 Mal pro Sekunde. Das Ladeprogramm versteht nur die Befehle !VER und !DLFx.
6	Der PC wartet nach dem Senden von !DLF5{cr}{lf} ca. 5 Sekunden und pollt danach die SMMU mit dem Befehl !VER{cr}{lf} . Meldet sich das Ladeprogramm mit dessen Versionsnummer, so kann der Download der Firmware gestartet werden.
7	CTL274 schleift im Ladeprogramm, die LED blinkt schnell, ca. 2 Mal pro Sekunde. Der PC leitet den Download der Firmware ein: !DLF3{cr}{lf}
8	CTL274 löscht den 52 KB Transferspeicher für die Firmware und sendet eine Fehlerantwort: <F=+00000{cr}{lf} (korrekt = kein Fehler).
9	Der PC liest die Daten der gewünschten Firmware von der Festplatte und sendet Byte für Byte. CTL274 programmiert die Daten ins Flash. Falls der V24-Empfangspuffer voll wird, sendet CTL274 einen XON/XOFF-handshake. Es wird zeilenweise ein Checksummenvergleich durchgeführt um Übertragungsfehler zu erkennen.
10	Wurde alles transferiert (das letzte EOF-Byte \$FF wird nicht abgeschickt), dann folgt der Befehl: !DLF5{cr}{lf}
11	CTL274 prüft, ob die neuen Daten korrekt gelesen wurden. Im Fehlerfall wird <F=+00009{cr}{lf} zurückgesendet, es muss neu gestartet werden bei Schritt 7. Bei guter Übertragung erfolgt keine Antwort , die Firmware wird in den Programmbereich. (ab Adr. 0x0000) programmiert. Während der Programmierzeit (4...5s) sind alle anderen Aktivitäten und alle Interrupts gesperrt, siehe 1). CTL274 ist mit neuer Firmware betriebsbereit, die LED blinkt langsam, 1 Mal pro Sekunde.
12	Zur Kontrolle kann ein powerdown / powerup durchgeführt werden, die LED muss danach langsam blinken. Die Version der Firmware kann mit !VER{cr}{lf} abgefragt werden.

1) Achtung: Während der Programmierzeit darf die Spannungsversorgung nicht unterbrochen werden, da sonst die Software unvollständig ist und nach einem Reset nichts funktioniert. CTL274 muss dann zum Hersteller zurückgesendet werden.

6 MUX275 Multiplexer



MUX275-16SF (16 AP mit Option SPSIO und Frontplatte)

MUX275 besitzt 1 oder 2 Oktal-Multiplexer, also 8 oder 16 DUT-AP. Jeder OktalMultiplexer besitzt in einer Testzeile einen Widerstand RTEST von 50KΩ, der zur Hardwareüberprüfung im Plaustest ausgemessen wird. MUX275-08 hat 8 DUT-Anschlusspunkte an Stecker MUXA 275X3.

MUX275-16 hat 16AP an Stecker MUXA X3 und MUXB X4 (MUXAlpha und MUXBeta).

Es sind folgende Multiplexer integriert:

- | | | |
|-----------------------|----|--|
| 1. SupplyForce-Matrix | SF | SupplyForce der DUT-Speisung |
| 2. SupplySense-Matrix | SS | SupplySense der DUT-Speisung |
| 3. Sense-Matrix | S | Sense zur Spannungsmessung |
| 4. freier Schalter | AF | verbindet AF- mit dem zugehörigen SF-Pin |

Die im System verfügbaren Multiplexer werden durch Adresszuweisung mit den zugehörigen DUT-AP verknüpft, die vom Benutzer verwendet werden. Die Adresszuweisung eines OktalMUX erfolgt durch das Setzen einer Steckbrücke (Jumper) am zugehörigen 8fach Jumperarray auf der Leiterplatte.

DUT-AP an Stecker MUX	MUX Adresse	Jumperstellung J 12345678	Multiplexer- name
AP1 ... AP8	1	10000000	MUX-1
AP9 ... AP16	2	01000000	MUX-2
AP17... AP24	3	00100000	MUX-3
AP25... AP32	4	00010000	MUX-4
AP33... AP40	5	00001000	MUX-5
AP41... AP48	6	00000100	MUX-6
AP49... AP56	7	00000010	MUX-7
AP57... AP64	8	00000001	MUX-8

Die MUXadresse im System muss immer mit 1 beginnen. Eine doppelte oder identische Adressierung verhindert die korrekte Funktion des Systems und kann erkannt werden mit !COD5;1 (Terminalmodus) und !PLA, der 50 KΩ Testwiderstand ist halbiert.

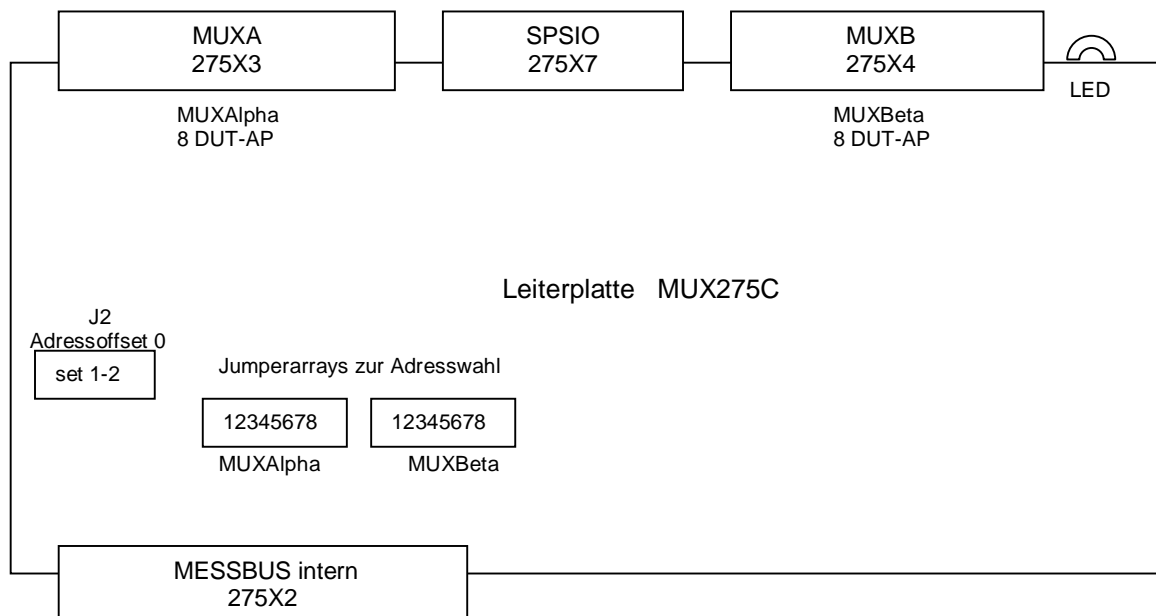
Beim Einschalten des Systems oder mit Befehl !AAA werden alle zusammenhängend adressierten Multiplexer ermittelt. Die Abfrage erfolgt mit !LAP. Bei lückender Adressvergabe werden die Multiplexer hinter der Lücke ignoriert.

Bei einer MUX275-08 blinkt die untere LEDA, bei einer MUX275-16 blinkt LEDA und LEDB.

Jumper J2 ist ab LPversion MUX275C vorhanden, damit kann ein Adressoffset eingestellt werden:

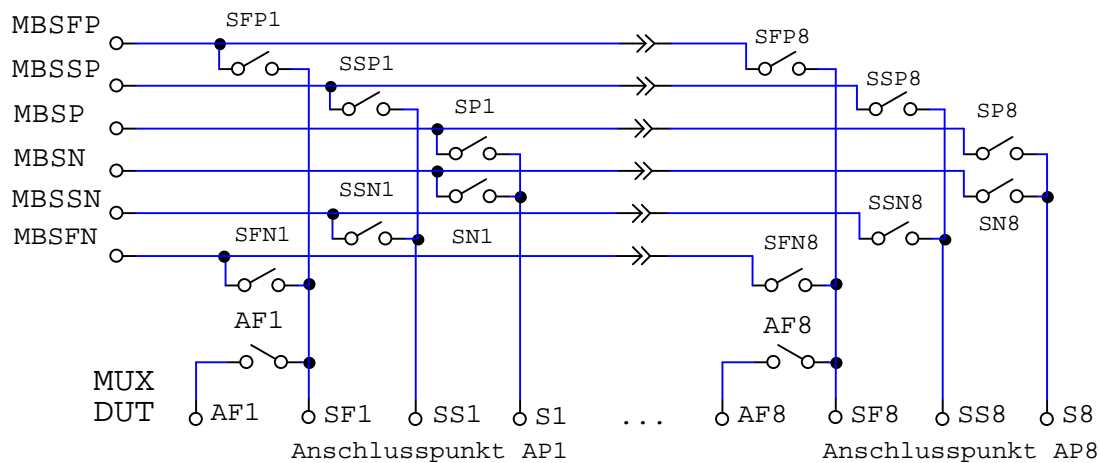
Korrekt ist Position 1-2 mit Adressoffset 0, Position 2-3 mit Offset 8 ist reserviert.

6.1 PCB-Lageplan



6.2 Blockschaltbild

Messbus



Gezeichnet ist der Messbus mit einem Oktalmultiplexer sowie Stecker MUX zum DUT mit AP1..8 und den AF-Schaltern, die nur vom Benutzer bedient werden. Die restlichen Schalter verwaltet das System bei ICT automatisch. Bei FKT können alle Schalter vom Benutzer bedient werden.

Schalter	Befehl zum Setzen	Befehl zum Löschen	Kommentar
SFPp, SSPp, SFNn, SSNn	!SSVp:n	!RSV	Makro: 4 Schalter werden bedient
SFPx	!SPPx	!RPPx	Schalter x wird bedient
SFNx	!SPNx	!RPNx	Schalter x wird bedient
AFx	!SAXx	!RAXx	Schalter x wird bedient
SPp, SNn	!PNSp:n	!PNR	Makro: 2 Schalter werden bedient

Weitergehende Befehlsbeschreibungen siehe auch Absatz 13.4.

6.3 Prüflingsanschluss

Die Stecker 275X3 MUXAlpha und X4 MUXBeta bieten jeweils 8 Anschlusspunkte und 8 AF-Schalteranschlüsse. Die Polarität der AP ist programmierbar. Ein Messtellenindex ≥ 1 adressiert einen AP auf MUX275. Die Adapterplatine ADA309 erleichtert den Komponentenanschluss durch Schraubklemmen. Eine Komponente, die an die SMMU angeschlossen werden soll, muss Y-Störmarm sein (Kapitel 17.1 ff). Eventuell muss durch eine geeignete Y-Anbindung entstört werden.

Angeschlossen werden können:

Anschluss	Senken	Quellen
MINIPORT	bis 34V	keine
AP	bis 34V	bis 26V
AF-Schalter	bis 34V	bis 34V

6.4 Grenzwerte des Multiplexers

Anschlüsse SF, SS und S:

Überspannungen im Bereich von $-12\ldots+30\text{V}$ werden ohne Begrenzungseinsatz der Multiplexerschutzdioden toleriert. Bei Überschreitung dieser Werte wird die Spannung durch Ladungsableitung begrenzt. Interne Vorwiderstände von $1\text{k}\Omega$ begrenzen den Ableitstrom, Messungen an unbeteiligten MUX-AP können im Ableitfall gestört werden. Um Schäden am Multiplexer zu vermeiden, darf eine Ladungsableitung nur kurzfristig auftreten. Im stationären Fehlerfall darf der eingespeiste Summenableitstrom an einem oder mehreren Anschlüssen $\pm 10\text{mA}$ pro Stecker nicht überschreiten. Spannungsspitzen von $\pm 60\text{V}$ für 1ms bei 1% Tastverhältnis sind noch zulässig.

Anschluss AF:

Ein 30Veff Varistor gegen Systemmasse GND schützt die AF-Anschlüsse vor Überspannung. Der Varistor-Ableitstrom bei offenem AF-Schalter und einer Spannung von $\pm 34\text{VDC}$ beträgt etwa 200nA .

MUX-Anschluss	min	max
Spannung gegen GND an SF, SS, S, AF mit geschlossenem AF-Schalter, Multiplexer offen	-12V	+30V
Spannung gegen GND an SF, SS, S, AF mit geschlossenem AF-Schalter, Prüfbetrieb aktiv,	-8V	+26V
Spannung gegen GND an AF bei offenem AF-Schalter \pm Wechselanteil von externen Y-Störern	$-34\text{V} \pm 4\text{Vp}$	$+34\text{V} \pm 4\text{Vp}$
Strom durch die SF- und AF-Schalter	-1,5A	+1,5A

6.5 Steckerbelegung

6.5.1 275X3 MUXA und 275X4 MUXB

SubD37female

Diese Tabelle kann zur Notierung der DUT-Anschlüsse verwendet werden!

Name	Stecker Pin	Flachkabel Draht#	Signal	AP	externe Aderfarbe	Anschluß an DUT
CASE	1	1	Gehäuse			
GND	20	2	Systemmasse			
-	2	3	res.			
-	21	4	res.			
-	3	5	res.			
S1	22	6	Sense			
AF1	4	7	AuxiliaryForce			
SF1	23	8	SupplyForce			
SS1	5	9	SupplySense			
S2	24	10	Sense			
AF2	6	11	AuxiliaryForce			
SF2	25	12	SupplyForce			
SS2	7	13	SupplySense			
S3	26	14	Sense			
AF3	8	15	AuxiliaryForce			
SF3	27	16	SupplyForce			
SS3	9	17	SupplySense			
S4	28	18	Sense			
AF4	10	19	AuxiliaryForce			
SF4	29	20	SupplyForce			
SS4	11	21	SupplySense			
S5	30	22	Sense			
AF5	12	23	AuxiliaryForce			
SF5	31	24	SupplyForce			
SS5	13	25	SupplySense			
S6	32	26	Sense			
AF6	14	27	AuxiliaryForce			
SF6	33	28	SupplyForce			
SS6	15	29	SupplySense			
S7	34	30	Sense			
AF7	16	31	AuxiliaryForce			
SF7	35	32	SupplyForce			
SS7	17	33	SupplySense			
S8	36	34	Sense			
AF8	18	35	AuxiliaryForce			
SF8	37	36	SupplyForce			
SS8	19	37	SupplySense			

6.5.2 275X7 SPSIO SubD25male

Name	Flachkabel Draht#	Stecker Pin	Bemerkung
CASE	1	1	Gehäuse
	2	14	
	3	2	
SPSQ1	4	15	Out1
SPSI1	5	3	In1
SPSQ2	6	16	Out2
SPSI2	7	4	In2
SPSQ3	8	17	Out3
SPSI3	9	5	In3
SPSQ4	10	18	Out4
SPSI4	11	6	In4
SPSQ5	12	19	Out5
SPSI5	13	7	In5
SPSQ6	14	20	Out6
SPSI6	15	8	In6
SPSQ7	16	21	Out7
SPSI7	17	9	In7
SPSQ8	18	22	Out8
SPSI8	19	10	In8
	20	23	
GNDSPS	21	11	MasseSPS
P24SPS	22	24	Input +24V SPS (Polyfused 300mA) Kein Verpolschutz
	23	12	
	24	25	

6.6 SPSIO

Jede MUX275 kann optional mit einem SPS-Port (8 SPSIO) geliefert werden. Bis zu 8 Ports können beliebig und lückend im System verteilt werden. Die Adresse des SPSIO-Ports auf MUX275 ist fest dem OktalMUXAlpha zugeordnet, d.h. **SPS-Port n** befindet sich auf MUX mit der Adresse OktalMUXAlpha = **n**. Lesen und Schreiben von nichtvorhandenen Ports ist möglich, das System erzeugt keine Fehlermeldung. Nichtexistente Eingänge liefern beim Lesen logisch 0. Der Anschluss erfolgt über den Stecker 275X7. Ein SPS-Port ist potentialfrei ausgeführt, der Gleichtaktbereich gegen PE beträgt +-50V, die Versorgung erfolgt mit 24VDC (12..30V), es besteht kein Verpolschutz. Die Ausgänge sind plusschaltend und enthalten Freilaufdioden. Der Gesamtstrom der 8 Ausgänge wird durch eine Polyfuse auf ca. 300mA begrenzt. Die Eingänge besitzen einen Innenwiderstand von 4,7KΩ und sinken auf Potential GNDSPS. Folgende Befehle ermöglichen den Zugriff: !XPO, !XPI, !XSO, !XSI.

Zustand	SPSIN	SPSOUT	
Aktiv	+8..30V	+24V	Laststrom <=100mA
Passiv	-30..+4V	0V	22KΩ gegen Masse

6.7 Leiterplattenabmessungen und Befestigung

Maße der Doppeleuropaplatte ohne Stecker	L 233,35mm B 160mm H 20mm
--	---------------------------

Eine Befestigung der LP mit 4 elektrisch leitenden Abstandsbolzen M3x20InnenAussen im Raster 225x130mm symmetrisch zur LP ist möglich. MUX275 können mit Abstandsbolzen in Stapeltechnik unter CTL274 montiert werden. Die 4 untersten Bolzen des Leiterplattenstapels werden an der elektrisch leitfähigen und geerdeten Montageplatte angeschraubt. Die Befestigungsbohrungen der Leiterplatte haben eine elektrische Verbindung zu Bauteilen auf der Leiterplatte und dürfen NICHT aufgebohrt werden, da sonst die Durchkontaktierung der Bohrungen und die Erdableitung zerstört wird!

Die Leiterplatte ist 19"-System kompatibel. Die optionale 19" Teilfrontplatte hat die Abmessungen 6HE 4TE.

7 ADA309 DUT-Adapter

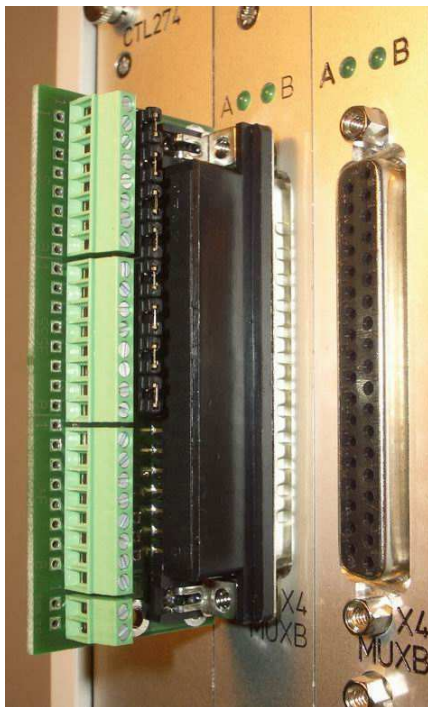
Der Schraubklemm-Adapter ADA309 ermöglicht das schnelle und einfache Anklemmen eines DUT an MUX275 in 2- oder 4-Leitertechnik. Der Anschluss erfolgt über Mikroklemmen MPT0,5 von Phoenix im Raster 2,54mm, der Klemmquerschnitt beträgt 0,5qmm. Ein passender kleiner Schraubendreher muss verwendet werden. Ein DUT-Anschluss über separate Lötverbindungen ist auch möglich.

Die Montage der Leiterplatte ADA309 mit den Abmessungen 73,7 x 31,5mm erfolgt auf einer elektrisch leitenden Trägerplatte, die an Erdpotential PE zu legen ist. Die horizontale Montage erfolgt direkt durch 2 Schrauben M2,5 mit Abstandshaltern, der Lochabstand beträgt 68mm.

Die Option -W mit 2 Stück 19" kompatiblen Winkelhaltern ist gedacht zur Hochkant-Montage durch 2 Schrauben M2,5. Der Befestigungslochabstand beträgt dann 82mm.

7.1 Ausführungen

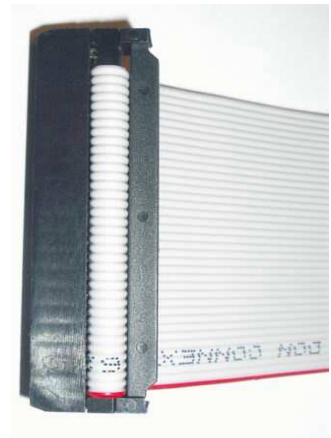
1. ADA309-SUBD ADA309 mit Stecker SubD37m zum direkten Aufstecken auf MUX275 oder mit Kabel xx cm lang: **KABxx-S37M-S37F**
2. ADA309-PFO-W ADA309 mit Pfostenleiste 40pol, zur Montage direkt am DUT dazu Kabel xx cm lang: **KABxx-S37M-P40F**
Option -W: 2x Alu-Winkelhalter für ADA309
3. ADA309-LPVxx-W (ohne Bild) zur Montage direkt am DUT, Leiterplattenverbinder mit festem Kabel xx cm lang mit Stecker SubD37m an MUX275
Option -W: 2x Alu-Winkelhalter für ADA309



ADA309-SUBD MUX275



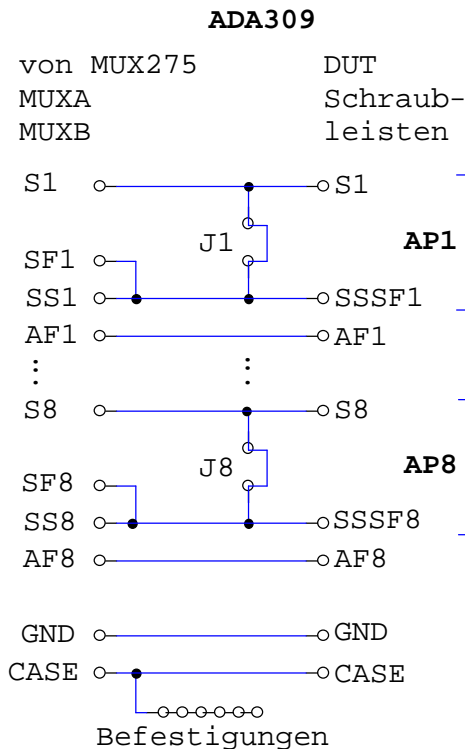
ADA309-PFO-W



KABxx-S37M-P40F

Vor den Schraubleisten auf ADA309 befinden sich zusätzliche DUT-Lötanschlüsse im Raster 2,54mm. Hier können z.B. 0,6x0,6mm Pfostenleisten (180° oder 90°) eingelötet werden.

7.2 Schaltschema



Die Signale von Stecker MUX werden an 4 Schraubleisten rangiert:

1. 309X3 S1 – S8
2. 309X4 SSSF1 – SSSF8
3. 309X5 AF1 – AF8
4. 309X6 CASE und GND

Die Anschlüsse SS und SF sind auf ADA309 miteinander verbunden; es steht das Kombisignal SSSF zur Verfügung; damit ist mit ADA309 eine SupplySensefunktion direkt am DUT nicht möglich. Um den Spannungsabfall in den SSSF Zuleitungen zum DUT zu begrenzen, soll ADA309 möglichst nah am DUT montiert werden.

Die gesetzten Jumper J1 – J8 ermöglichen die einfache Spannungsmessung in 2-Leitertechnik an jedem AP, ohne die Schraubleiste mit den Sensesignalen S extern verdrahten zu müssen.

Sollen Spannungen in 4-Leitertechnik gemessen werden, können die Jumper gezogen und die Senseleitungen S extern verdrahtet werden.

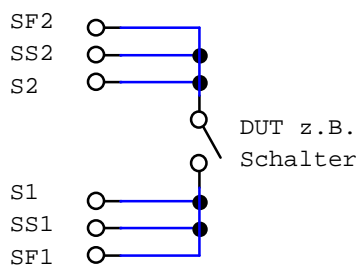
Alle 8 AF-Anschlüsse sind 1:1 durchgeschleift.

Je ein Schraubanschluß für CASE und GND ist vorhanden.

8 ICT InCircuitTest

Im Prüfling vorhandene geladene Batterien oder Kondensatoren dürfen sich nicht im Messzweig befinden, da das Messergebnis verfälscht wird und Gefahr für das Testsystem besteht.

8.1 DUT-Anschluss und Messablauf



Bei InCircuitTests muss der Prüfling immer mit komplett verschalteten AP angeschlossen sein. Ein Messbefehl mit Index 0:0 oder ohne Index (default=0:0) adressiert den MINIPORT, alle AP am MUX275 haben Index ≥ 1 . Bei Auswahl dieser Prüfungen wird eine eventuell bestehende Versorgung des DUT aus der SMMU beendet. Es werden alle im Vorfeld aktivierten AP abgeschaltet, die im Vorfeld definierten AF-Schalterpositionen bleiben erhalten. Jetzt wird die angewählte Prüfstrecke für die kurze Zeit der singulären Messung, vom Versorgungsteil des Geräts gespeist, danach werden wieder alle AP ausgeschaltet. Bei einem ICT wird Zeitstempel1 und der AB4-Zähler zwischengespeichert.

ICT-Messablauf in 5 Stufen:

Die ersten vier Messungen überprüfen die korrekte Kelvinkontaktierung des DUT. Wird eine Unterbrechung erkannt, wird die Messung abgebrochen und eine Fehlermeldung erzeugt. Es wird

1. geprüft, ob SF(n) und SS(n) miteinander verbunden ist (Error 13)
2. geprüft, ob SF(p) und SS(p) miteinander verbunden ist (Error 14)
3. geprüft, ob SS(n) und S(n) miteinander verbunden ist (Error 11)
4. geprüft, ob SS(p) und S(p) miteinander verbunden ist (Error 12)
5. Die fünfte Messung ist die aufgerufene Messung

8.2 Widerstandsmessung mit Thermospannungskompensation

Der Prüfling wird mit der Maximalspannung ULIMIT belastet. Der Messbereich wird mit **!BRG{x}** angewählt, die Messung mit **!MRG{p}:{n}** ausgelöst. Die Integrationszeit beträgt 5ms. Die Messung mit Thermospannungskompensation ist sinnvoll bei Prüflingen, wie z.B. Schalter, die direkt aus dem Lötbad kommen und deren RD noch warm vermessen werden muss. Messungen in den Messbereichen BRG10 - 12 haben prinzipbedingt eine höhere Messunsicherheit als Messungen ohne Thermospannungskompensation. Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) 70..120ms, steigend mit der Anzahl der Multiplexer und dem Messbereich. Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	Bereich	U LIMIT	Mess- strom ICONST	Auflösung	Mess- unsicherheit	übertragene Einheit	Mess- Grenze %
BRG1	0...1000 mOhm	5 V	400 mA	0,4 mOhm	+/- 4 mOhm	100 uOhm	+130
BRG2	0...1000 mOhm	5 V	200 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	100 uOhm	+110
BRG3	0...1000 mOhm	5 V	100 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	1 mOhm	+110
BRG4	0...1000 mOhm	5 V	50 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	1 mOhm	+110
BRG5 (*)	0...2000 mOhm	5 V	20 mA	0,8 mOhm	+/- 8 mOhm	1 mOhm	+130
BRG6	0...5000 mOhm	5 V	10 mA	1,5 mOhm	+/- 15 mOhm	1 mOhm	+110
BRG7	0...10 Ohm	5 V	10 mA	3 mOhm	+/- 30 mOhm	1 mOhm	+110
BRG8	0...100 Ohm	5 V	10 mA	30 mOhm	+/- 0,3 Ohm	10 mOhm	+110
BRG9	0...1 KOhm	12 V	10 mA	300 mOhm	+/- 3 Ohm	100 mOhm	+110
BRG10	0...10 KOhm	12 V	1 mA	3 Ohm	+/- 30 Ohm	1 Ohm	+110
BRG11	0...100 KOhm	12 V	100 µA	30 Ohm	+/- 500 Ohm	10 Ohm	+110
BRG12	0...1000 KOhm	12 V	10 µA	300 Ohm	+/- 30 KOhm	100 Ohm	+110

(*) Standardeinstellung nach power up

Siehe Fussnote *

Thermospannungsmessung: Die Thermospannung des DUT wird in den Messwertberechnung einbezogen.

Bereichsende: Ist ein Messwert am Bereichsende, wird „Overflow“ (Fehler 15) signalisiert.

8.3 Widerstandsmessung ohne Thermospannungskompensation

Der Prüfling wird mit der Maximalspannung ULIMIT belastet. Der Messbereich wird mit **!BRO{x}** angewählt, die Messung mit **!MRO{p}:{n}** ausgelöst. Die Integrationszeit beträgt 5ms. Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) 60..120ms, steigend mit der Anzahl der Multiplexer und dem Messbereich. Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	Bereich	U LIMIT	Mess- strom ICONST	Auflösung	Mess- unsicherheit	übertragene Einheit	Mess- Grenze %
BRO1	0...1000 mOhm	5 V	400 mA	0,4 mOhm	+/- 4 mOhm	100 uOhm	+130
BRO2	0...1000 mOhm	5 V	200 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	100 uOhm	+110
BRO3	0...1000 mOhm	5 V	100 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	1 mOhm	+110
BRO4	0...1000 mOhm	5 V	50 mA	0,3 mOhm	+/- 3 mOhm	1 mOhm	+110
BRO5	0...2000 mOhm	5 V	20 mA	0,8 mOhm	+/- 8 mOhm	1 mOhm	+130
BRO6	0...5000 mOhm	5 V	10 mA	1,5 mOhm	+/- 15 mOhm	1 mOhm	+110
BRO7	0...10 Ohm	5 V	10 mA	3 mOhm	+/- 30 mOhm	1 mOhm	+110
BRO8 (*)	0...100 Ohm	5 V	10 mA	30 mOhm	+/- 0,3 Ohm	10 mOhm	+110
BRO9	0...1 KOhm	12 V	10 mA	300 mOhm	+/- 3 Ohm	100 mOhm	+110
BRO10	0...10 KOhm	12 V	1 mA	3 Ohm	+/- 30 Ohm	1 Ohm	+110
BRO11	0...100 KOhm	12 V	100 µA	30 Ohm	+/- 300 Ohm	10 Ohm	+110
BRO12	0...1000 KOhm	12 V	10 µA	300 Ohm	+/- 10 KOhm	100 Ohm	+110

(*) Standardeinstellung nach power up

Siehe Fussnote *

Bereichsende: Ist ein Messwert am Bereichsende, so wird der maximale Wert des Messbereichs angezeigt.

Es wird kein Fehler „Overflow“ signalisiert.

* **Wichtig:** Die Widerstandsbereiche sind für die Messung von ohmschen Widerständen ausgelegt. Prüflinge mit Induktivitätsbelag $L > 20 \mu\text{H}$ können nicht gemessen werden, da dann der Stromregler schwingt.

8.4 Diodensperrwiderstand

Diese ICT-Messungen dürfen nur verwendet werden, wenn der DUT eine Spannungsfestigkeit von 24V besitzt. Die Messung wird ohne Thermospannungskompensation durchgeführt. Der Messbereich wird mit dem Befehl **IBDS{x}** angewählt, die Messung mit **IMDS{p}:{n}** ausgelöst. Die Integrationszeit beträgt 5ms.

Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) 63..120ms, steigend mit der Anzahl der Multiplexer und dem Messbereich.

Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	Bereich	U LIMIT	Mess- strom ICONST	Auflösung	Mess- unsicherheit	übertragene Einheit	Mess- Grenze %
BDS1 (*)	0...200 KOhm	24 V	100 µA	60 Ohm	+/- 600 Ohm	10 Ohm	+110
BDS2	0...2 MOhm	24 V	10 µA	600 Ohm	+/- 20 KOhm	100 Ohm	+110

(*) Standardeinstellung nach power up

Bereichsende: Ist ein Messwert am Bereichsende, wird „Overflow“ (Fehler 15) signalisiert.

8.5 Diodendurchgangsspannung

Diese ICT-Messungen können den DUT mit Spannungen bis zu 26V belasten. Der Messbereich wird mit dem Befehl **!BDD{x}** angewählt, die Messung mit **!MDD{p}:{n}** ausgelöst. Die Integrationszeit beträgt 5ms. Es können Dioden oder Zenerdioden in beiden Richtungen gemessen werden.

Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) etwa 58ms.

Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	Spannungsbereich /Prüfstrom ICONST	Auf- lösung	Mess- unsicherheit	übertragene Einheit	Mess- Grenze %	Bemerkung
BDD1	0...26V /100 µA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD2	0...26V /500 µA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD3	0...26V / 1 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD4	0...26V / 5 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD5	0...26V / 10 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	power up default
BDD6	0...26V / 20 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD7	0...26V / 50 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD8	0...26V /100 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD9	0...26V /200 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	
BDD10	0...26V /400 mA	10 mV	+/- 50 mV	10 mV	+100	

Bereichsende: Ist ein Messwert >26,1V, wird „Overflow“ (Fehler 15) signalisiert.

8.6 Durchgangsprüfung zwischen 2 AP

Zwei beliebige an einen DUT, z.B. über Prüfnadeln angeschlossene vollverschaltete AP, können bei einem im Prüfling vorhandenen DC-Pfad <~1MΩ auf Durchgang, d.h. „Alle Kontaktnadeln sind korrekt kontaktiert“ geprüft werden. Der Befehlsaufruf lautet **!KTA{p}:{n}**.

Zum Kontakttest wird **APp** auf +3,3V gegen Systemmasse angehoben,

an **APn** wird eine Konstantstromsenke mit 2µA angelegt und die Spannung U gegen GND gemessen:

Ist $U < +1V$, dann ist kein Durchgang zwischen den AP RD > ~1MΩ, reportiert wird Error 10

Ist $U > +1V$, dann ist Durchgang vorhanden zwischen den AP RD < ~1MΩ, reportiert wird Error 0

Diese Prüfungen können vor einem FKT platziert werden, um bei schlechter Kontaktierung den Test schon im Vorfeld zu beenden oder, um Zeit zu sparen, erst am FKT-Ende bei einem schlechten Prüfergebnis. Jeder Pfad im DUT ist einzeln zu prüfen. Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) etwa 43ms.

9 FKT Funktionstest

Ein FKT besteht aus beliebigen Testsequenzen, um den DUT möglichst realitätsbezogen zu testen. Bei FKT können alle Schalter der SMMU vom Bediener applikationsbezogen gesetzt werden. Der DUT kann von extern oder intern gespeist werden, Ströme, Spannungen, Temperaturen, Wege, Frequenzen und Zeiten können gemessen und bewertet werden.

10 UI-Messung

10.1 Spannungsmessung

Der Gleichtaktspannungsbereich der 2 differentiellen Sense-Messeingänge umfasst $-8V...+26V$, bezogen auf Systemmasse. Wenn der DUT von der SMMU versorgt wird, ist dadurch automatisch die Gleichaktanbindung zur korrekten Messung von Spannungen am DUT hergestellt. Vor Spannungsmessungen an externen Komponenten wie Batterien oder Netzteilen etc., ist unbedingt eine separate niederohmige Gleichaktanbindung herzustellen, über die Y-Ausgleichströme fließen können, sonst besteht die Möglichkeit einer Fehlmessung durch Überschreiten des Gleichtaktspannungsbereichs der 2 hochohmigen Sense-Differenzeingänge des Messverstärkers. Siehe Absatz 17.4.

10.1.1 Differentielle U-Messung am DUT

Die zu messende Spannung wird differentiell erfasst über 2 Anschlüsse der Sense-Matrix S.

Der Messbereich wird mit **!BUA{x}** angewählt, die Messung mit **!MUA{p}:{n}** ausgelöst.

Messbefehle mit Index 0:0 oder ohne Index (default=0:0) adressieren den MINIPORT.

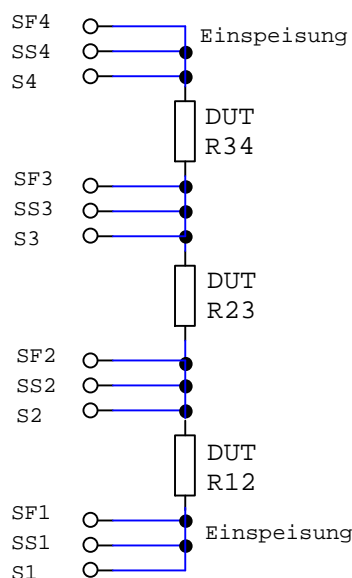
Alle AP am MUX275 werden angesprochen mit Index ≥ 1 .

Realisiert ist bei diesen Messaufrufen eine feste Integrationszeit von 5ms, die Abtastfrequenz beträgt ca. 100 KHz bei 512-facher Mittelwertbildung. Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) etwa 24ms.

Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	+/- Bereich	Auflösung	+/- Mess-unsicherheit 25 \pm 25°C	übertragene Einheit	+/- Mess-Grenze %	Typ. DC-Gleichtakt- unterdrückung CMR in dB	Bemerkung
BUA1	120 mV	60 μ V	0,6 mV	10 μ V	100	100	
BUA2	1,2 V	600 μ V	3 mV	100 μ V	100	100	
BUA3	3 V	1,5 mV	5 mV	1 mV	100	90	
BUA4	6 V	3 mV	10 mV	1 mV	100	90	(*)
BUA5	12 V	6 mV	20 mV	1 mV	100	75	
BUA6	24 V	12 mV	40 mV	1 mV	100	75	
BUA7	34 V	20 mV	70 mV	10 mV	100	70	

(*) Standardeinstellung nach power up



FKT-Ablaufbeispiel mit 4 voll verschalteten AP:

!SUP3000;50 3000mV mit 50mA Strombegrenzung einstellen
!SSV4:1 und ausgeben an AP4 pos und AP1 neg
!BUA4 wähle Messbereich BUA4 mit +-6V
!MUA4:1 Gesamtspannung messen polaritätsrichtig
!MUA1:4 Gesamtspannung messen invertiert
!MUA4:3 Spannung messen an R34
!MUA3:2 Spannung messen an R23
!MUA2:1 Spannung messen an R12
!RSV Versorgung abtrennen

Die Triggermessung !MUB ist separat beschrieben.

10.1.2 Systemspannungen massebezogen messen

Systemspannungen und die Ausgangsspannungen vom SVGP und SVGN können massebezogen gemessen werden. Ist der DUT mit Befehl **!RSV** abgeschaltet, wird die intern am Messbus MBSSP oder MBSSN anstehende SVG-Spannung gemessen. Wird der DUT mit Befehl **!SSV{p}:{n}** aktiv versorgt, wird automatisch die Spannung am DUT über die Anschlüsse der SupplySense-Matrix SS gemessen.

Die Messung wird mit dem Befehl **!MUV{x}** ausgelöst, der Messbereich ist fest zugeordnet.

Realisiert ist eine feste Integrationszeit von 5ms, die Abtastfrequenz beträgt ca. 100KHz bei 512-facher Mittelwertbildung.

Ein Messablauf dauert (bei 115,2KBd) etwa 25ms.

Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Mess-befehl !	Messobjekt	Bereich	Auflösung	+/- Mess-unsicherheit 25 +25°C	übertragene Einheit	Mess-Grenze %	Bemerkung
MUV1	GNDA	+3 V		5 mV	1 mV		Analogmasse
MUV2	P3V3	+5,5..-0,5V	1,5 mV	1%	1 mV		3,3V System
MUV3	P5	+6 V	1,5 mV	1%	1 mV		5V System
MUV4	P12	+20...-4 V	6 mV	1%	1 mV		12V System
MUV5	P15	+20...-4 V	6 mV	1%	1 mV		15V System
MUV6	P30	+40...-8 V	12 mV	3%	1 mV		30V System
MUV7	M8	+12 V	6 mV	1%	1 mV		-8V System
MUV8	M12	+24 V	12 mV	3%	1 mV		-12V System
MUV11	USVGP gemessen am aktiven SSP	+120 mV	60 µV	1%	10 µV	+100	
MUV12		+1,2 V	600 µV	1%	100 µV		
MUV13		+ 3 V	1,5 mV	1%	1 mV		
MUV14		+ 6 V	3 mV	1%	1 mV		
MUV15		+12 V	6 mV	1%	1 mV		
MUV16		+24 V	12 mV	1%	1 mV		
MUV17		+34 V	20 mV	1%	10 mV		
MUV21	USVGN gemessen am aktiven SSN	+120 mV	60 µV	0,6 mV	10 µV	+100	
MUV22		+1,2 V	600 µV	6 mV	100 µV		
MUV23		+ 3 V	1,5 mV	15 mV	1 mV		
MUV24		+ 6 V	3 mV	30 mV	1 mV		
MUV25		+12 V	6 mV	60 mV	1 mV		
MUV26		+24 V	12 mV	120 mV	1 mV		
MUV27		+34 V	20 mV	200 mV	10 mV		

10.2 Strommessung ISUPPLY

Das Messgerät zur Strommessung ISUPPLY befindet sich in der Ausgangsleitung des SVGN / IREG. Der Bürdewiderstand beträgt in allen Messbereichen 0Ω . Jeder Messbereich ist bis zu $\pm 400\text{mA}$ überlastsicher. Der Messbereich wird mit dem Befehl **!BIA{x}** angewählt, die Messung mit **!MIA** ausgelöst. Realisiert ist eine feste Integrationszeit von 5ms, die Abtastfrequenz beträgt ca. 100KHz bei 512facher Mittelwertbildung.

Ein Messablauf dauert (bei 115,2KbD) etwa 24ms.

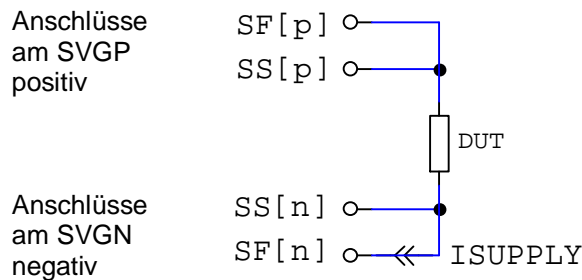
Folgende Messbereiche sind vorhanden:

Bereichs-name	Bereich	Auflösung	Mess-unsicherheit 25 \pm 25°C	übertragene Einheit	Mess-Grenze %	Bemerkung
BIA1	$\pm 2\ \mu\text{A}$	1,2 nA	(1) 50 nA	1 nA	± 120	
BIA2	$\pm 20\ \mu\text{A}$	12 nA	(1) 120 nA	10 nA	± 120	
BIA3	$\pm 200\ \mu\text{A}$	120 nA	2 μA	100 nA	± 120	
BIA4	$\pm 2\ \text{mA}$	1,2 μA	12 μA	1 μA	± 120	
BIA5	$\pm 20\ \text{mA}$	12 μA	120 μA	10 μA	± 120	
BIA6	$\pm 200\ \text{mA}$	120 μA	1,2 mA	100 μA	± 120	power up default
BIA7	$\pm 400\ \text{mA}$	240 μA	2,4 mA	100 μA	± 100	

- (1) Stromoffset: Der Biasstrom der internen Schaltkreise führt speziell in den empfindlichen Strombereichen BIA1 und 2 zu einem Grundoffset bei der Strommessung (typ. $\sim 170\text{nA}$)

Dieser Offset ist zu der angegebenen Messunsicherheit zu addieren. Er hängt ab von den Exemplarstreuungen der Schaltkreise und der Temperatur. Bei sensiblen Messungen wird empfohlen, den zuvor im Leerlauf ermittelte Stromoffset vom aktuellen Messwert zu subtrahieren. Bei Triggermessungen ist der Gleichstromanteil im ACEFF-Messergebnis nicht enthalten, in diesem Fall muss nicht korrigiert werden.

Die Anschlüsse der Messmatrix S werden für die Strommessung nicht benötigt



Wird im Modus Konstantstrom der externe DUT-Stromkreis unterbrochen oder durch **!RSV** abgeschaltet, fließt der Konstantstrom über den internen Kreis (CLAMPSFN) weiter, damit die Stromquelle nicht übersteuert wird. Dadurch wird ein Überspringen des Stromreglers beim Schalten des externen DUT vermieden.

Bei einer Strommessung mit unterbrochenem externen DUT-Stromkreis, wird der intern über die Clampdiode weiterfließende Strom gemessen.

Über eine zusätzliche DUT-Spannungsmessung kann dieser Zustand erkannt werden, die DUT-Spannung befindet sich dann in der Nähe ($\pm 0,7\text{V}$) der spezifizierten Maximalspannung ULIMIT der Konstantstomausgabe.

Die Triggermessung **!MIB** ist separat beschrieben.

11 UI-Triggermessung

11.1 Definition

11.1.1 Wikipedia

Unter einem Impuls versteht man in der Elektrotechnik einen einzelnen zeitlich begrenzten stoßartigen Strom-, Spannungs- oder Leistungsverlauf. Eine sich periodisch wiederholende Impulsfolge sollte Puls genannt werden, wird aber in der Praxis oft ebenfalls als Impuls bezeichnet.

11.1.2 Frank

Wir verwenden in dieser Dokumentation den Begriff „Pulszeit“ sowohl für einzelne Impulse und Impulsgruppen wie auch für einen kontinuierlichen Puls (pulsetrain).

Ein Puls hat eine Puls- und eine Pausenzeit, die Summe ist die Periodenzeit. Ein einzelner Impuls hat eine Pulszeit, die Periode ist nicht definiert. Der Begriff Impulszeit ist unüblich und wird nicht verwendet.

11.2 Beschreibung

Die Triggermessung ermöglicht das Erfassen von Gleich- und Wechsignalen. Möglich sind differentielle und massebezogene Spannungsmessungen sowie Strommessungen von ISUPPLY. Der interne Messtakt beträgt 10KHz. Die Gleichtaktunterdrückung CMR beträgt in allen Messbereichen etwa 80dB. Der Frequenzgang des Messverstärkers umfasst 0...3KHz.

Gemessen werden können: Mittelwert (AVG, average), Effektiv, Min- und Maxwert

Bei Spannungs- und Strommessungen wird DCEFF gemessen. DCEFF enthält die DC und die AC-Komponente des Messsignals. Der ACEFFanteil kann daraus im PC berechnet werden:

$$ACEFF = \sqrt{DCEFF^2 - DCAVG^2}$$

Die Messauslösung kann statisch erfolgen oder durch Signalfanken des Messsignals getriggert werden. Eine komfortable Mittelwertbildung aller Messergebnisse über n-Messwiederholungen ist einstellbar.

Alle Messbereiche lassen sich mit Hilfe der Offsettingstellung in 1%-Schritten von bipolar in Richtung unipolar verschieben, also z.B. aus Messbereich +-6V wird Messbereich 0...12V.

Bei einer Triggermessung werden nacheinander zwei Funktionsblöcke aktiviert:

1. Load&Arm Funktion
2. Messesequenzer

Besonderheiten:

1. Es sind Spannungsmessungen gegen Systemmasse möglich, Masse wird im Index mit -1 codiert.
Am MINIPORT: !MUB0:-1 messe SP0(p) gegen GND(n)
 !MUB-1:0 messe GND(p) gegen SN0(n)
An MUX275: !MUB33:-1 messe AP33(p) gegen GND(n)
 !MUB-1:5 messe GND(p) gegen AP5(n)
2. Bei jeder Messung wird Zeitstempel2 (Auflösung 100µs) und der Wert des AB4-Wegzählers im Ergebnisdatenblock abgespeichert.
3. Während einer Triggermessung bleibt die blinkende LED1A grün auf CTL274 statisch eingeschaltet.
4. Eine mit !SSF aktivierte Frequenzausgabe am Stecker AUXIO.FRQ wird bei einer Triggermessung vom Ende der Load&Arm-Funktion bis zur ersten Messauslösung unterbrochen.
5. Folgende Messarten sind noch nicht freigegeben: Puls-, Perioden- und Phasenmessungen

11.2.1 Die Load&Arm Funktion

Diese Funktion berechnet und steuert nach Aufruf der Triggermessung die Offset- oder Triggeroffsetschwelle des Messsystems in Abhängigkeit vom eingestellten Messbereich und Offset. Der Zeitbedarf für die Load&Arm-Sequenz beträgt etwa 50ms, danach ist das System triggerbereit.

11.2.2 Der Messesequenzer

Dieser Funktionsblock wird aktiv nach der Load&Arm Funktion, er steuert den Messablauf in Abhängigkeit von den Messparametern. In der Messart 0 können Signale mit variabler Integrationszeit gemessen werden. Die Messauslösung kann statisch erfolgen oder durch eine Flanke des Messsignals getriggert werden. Die Triggerpolarität (pos/neg) ist einstellbar. Nach der Messauslösung startet die einstellbare Triggervverzögerung (Delayzeit), danach folgt die Messung mit der eingestellten Integrationszeit. Die Mittelwertbildung der Messergebnisse über n-Triggervwiederholungen ist im Messesequenzer einstellbar.

11.2.3 Ablauf einer Triggermessung

Nachdem die Konfigurationsdaten im Datenblock gesetzt wurden (!DWR) und der Messbereich (!BIA, !BUA) eingestellt wurde, kann eine Triggermessung mit **!MUB{p}:{n}** oder **!MIB** aufgerufen werden. Spannungsmessbefehle mit Index 0:0 oder ohne Index (default=0:0) adressieren den MINIPORT. Alle AP am MUX275 haben Index >=1. Massebezogene Spannungsmessungen sind möglich, die Massecodierung am Messstellenindex ist -1.

Am Ende der Triggermessung wird ein Fehlercode ausgegeben. Bei Fehlerfreiheit (F=0), können die Ergebnisdaten mit Einheit aus dem Datenblock ausgelesen werden. Bei einem Fehler wird die Messung abgebrochen und der aufgetretene Fehler ausgegeben, der Ergebnisdatenblock ist ungültig.

11.2.4 Testpin zur Kontrolle des Messablaufs

Zur Kontrolle der zeitlichen Verhältnisse, kann auf der Leiterplatte CTL274 am Testpin TRIG ein Oszillograph angeschlossen werden. TRIG liefert während der Messung ein 5V-CMOS-Aktivsignal. Bei aktivem Flankentrigger zeigt TRIG einen 100µs Triggerimpuls, danach passiv die Zeit der Triggervverzögerung, gefolgt von der aktiven Integrationszeit.

Zu beachten ist der Massebezug GND des Oszillografen. Testpin GND ist auf der LP vorhanden.

Die Masse des Oszillografen darf während der TRIG-Kontrollmessung **nicht gleichzeitig** mit GND und einem Anschluss der DUT-Speisung verbunden werden, sonst wird der Ausgang des zugehörigen SVG gegen GND kurzgeschlossen. Der Kurzschlussstrom kann bis zu +480mA betragen.

11.3 Parametrierung der Triggermessung

11.3.1 Messart

Folgende Messarten sind implementiert:

Messart	Bedeutung
0	Die Messung erfolgt mit Warte- und Integrationszeit

11.3.2 Trigger

Dieser Parameter definiert die zu verwendende Startflanke.

Trigger	Bedeutung
0	Die Triggerfunktion ist ausgeschaltet, der Messstart erfolgt nach Messaufruf. (Triggervverzögerung beachten, s.u.)
+n	Messstart ist bei positiver Flanke, n = Anzahl der Triggerwiederholungen
-n	Messstart ist bei negativer Flanke, n = Anzahl der Triggerwiederholungen

Die Anzahl der Triggerwiederholungen n für ein Messergebnis, ermöglicht einen n-maligen Messdurchlauf für die Mittelwertbildung aller Messgrößen. Die Triggerung ist dynamisch, d.h. sie startet beim Unter- oder Überschreiten der einstellbaren Triggerschwelle.

11.3.3 Triggervverzögerung

Die Triggervverzögerung oder Wartezeit wird nur bei der Integrationszeitmessung (Messart 0) verwendet. Sie dient dazu, um z.B. ein Signalprellen von der Messung fernzuhalten. Die Triggervverzögerung ist in 100µs Schritten einstellbar und hat den Wertebereich von 0 bis 30000 (dies entspricht einer Zeit von 0 bis 3000ms). Nach Ablauf der Triggervverzögerung folgt die Messung mit der eingestellten Integrationszeit.

11.3.4 Integrationszeit

Während der Integrationszeit erfolgt die Messung des Signals vom Prüfling. Die Integrationszeit ist in 100µs Schritten einstellbar und hat den Wertebereich von 1 bis 30000 (dies entspricht einer Integrationszeit von 0,1 bis 3000ms). Bei Einstellung von 0 wird eine einzige Messung durchgeführt.

11.3.5 Offset

Die Einstellung OFFSET hat Auswirkung auf 2 Funktionsgruppen.

Auswirkung A) Bei ausgeschaltetem Trigger ist nur die Offsetverschiebung wirksam.

Der Offset ermöglicht das Verschieben der bipolaren symmetrischen Messgrenzen des gewählten Messbereichs im Bereich von 0...100%. Die Normaleinstellung ist 0%.

Das folgende Beispiel gilt für den **+/-12V Messbereich** BUA5:

Offset %	Messgrenzen V	Kommentar
0	-12...+12	Messbereich bipolar symmetrisch
10	-10,8...+13,2	Messbereich verschoben um +10%
50	-6...+18	Messbereich verschoben um +50%
90	-1,2...+22,8	Messbereich verschoben um +90%
100	0...+24	Messbereich verschoben um +100%

Der Offset ermöglicht das Verschieben der bipolaren Messbereiche bis zum unipolaren Ende. Eine Gleichspannung von z.B. +22V kann im Messbereich +/-12V gemessen werden, der um +100% offsetverschoben wurde. Eine Spannung von -22V kann auch gemessen werden, der Messaufruf muss vom Benutzer jetzt mit vertauschten Anschlusspunkten erfolgen, damit wird die Spannung invertiert.

Negative Offsetverschiebungen von 0...-100% sind eingebbar und können bei kleinen Werten auch verarbeitet werden, ab einer vom Messbereich abhängigen Grenze reagiert die Load&Arm-Funktion mit einem Overflow.

Auswirkung B) Bei eingeschaltetem Trigger wird der Offset zusätzlich zum Triggeroffset.

Er definiert jetzt zusätzlich zur Offsetverschiebung auch noch die Triggerspannung.

Das folgende Beispiel gilt für den **12V Messbereich** BUA5:

Triggeroffset %	Messgrenzen V	Triggerspannung V	Kommentar
0	-12...+12	0	Messbereich bipolar symmetrisch
+10	-10,8...+13,2	1,2	Messbereich verschoben um +10%
+50	-6...+18	6	Messbereich verschoben um +50%
+90	-1,2...+22,8	10,8	Messbereich verschoben um +90%
+100	0...+24	12	Messbereich verschoben um +100%

Der Zusammenhang zwischen Triggerschwelle und Triggeroffset ist:

$$\text{Triggerschwelle} = \frac{\text{Messbereich}}{100} * \text{Triggeroffset}$$

Die Triggerschwelle liegt immer in der Mitte der verschiebbaren Messbereichsgrenzen. Sie gilt für Spannungs- und Strommessungen. Die Triggerschwelle ist bevorzugt positiv. Sollen negative Spannungen getriggert werden, empfehlen wir, die Triggerschwelle positiv einzugeben und den Messaufruf mit vertauschten Anschlusspunkten vorzunehmen, damit wird die zu messende Spannung invertiert. Negative Triggerschwellen von 0...-100% sind eingebbar, aber ab einer bereichsspezifischen Grenze erkennt die Load&Arm-Funktion einen Overflowzustand. Die selten notwendigen Fälle von negativen Triggerschwellen bei der Strommessung ISUPPLY sind eingeschränkt möglich. Im Bereich BIA7 sind z.B. -50...+100% verarbeitbar.

11.3.6 Timeout

Wenn eine Messung nicht getriggert werden kann oder länger dauert als hier definiert, erfolgt nach Ablauf dieser Zeit ein Abbruch der Messung mit Fehler „Timeout“. Alle Messwerte sind dann ungültig. Timeout ist einstellbar von 0...30000ms (Einheit 1ms). Die systeminterne Auflösung beträgt 128ms. Die Summe von (Triggervverzögerungszeit + Integrationszeit) x Anzahl der Triggerwiederholungen muss sinnvollerweise kleiner sein als das eingestellte Timeout.

11.4 Der Datenblock

Durch die Befehle zum Lesen !DRD und Beschreiben !DWR des Datenblocks werden die Parameter zwischen PC und SMMU ausgetauscht. Der Datenblock enthält **Konfigurationsdaten** für die Triggermessung und alle **Ergebnisdaten**. Für U- und I-Messungen sind separate Konfigurationsdaten vorhanden.

11.4.1 Die Konfigurationsdaten

Daten für Spannungsmessung, der Messbereich wird separat mit !BUA definiert.

Parameter Nummer	Name	Wertebereich	Bemerkung
18	U_OFFSET	0...+100 [%]	Offset oder Triggerschwelle vom BUA -Messbereich Negative Werte sind begrenzt möglich.
20	U_INTEGRAT	0...30000 [100µs]	Integrationszeit (während der gemessen wird)
22	U_TRIGGER	-15000...+15000 (= n)	0: Messstart sofort, Messfenster entspricht Integrationszeit positiv: Messstart bei positiver Flanke negativ: Messstart bei negativer Flanke n < -1 oder n > +1: ist die Anzahl der Wiederholungen für die Mittelwertbildung aller Messergebnisse
24	U_MESSART	0	0: Integrationszeitmessung
26	U_TIMEOUT	1...30000 [ms]	Wartezeit auf das Ende der Triggermessung
28	U_DELAY	0...30000 [100µs]	Nach Load&Arm und Startflanke wird die Triggervverzögerung als Totzeit aktiviert, z.B. um Schalterprellen zu eliminieren, anschließend wird über die Integrationszeit gemessen.

Daten für die Strommessung, der Messbereich wird separat mit !BIA definiert.

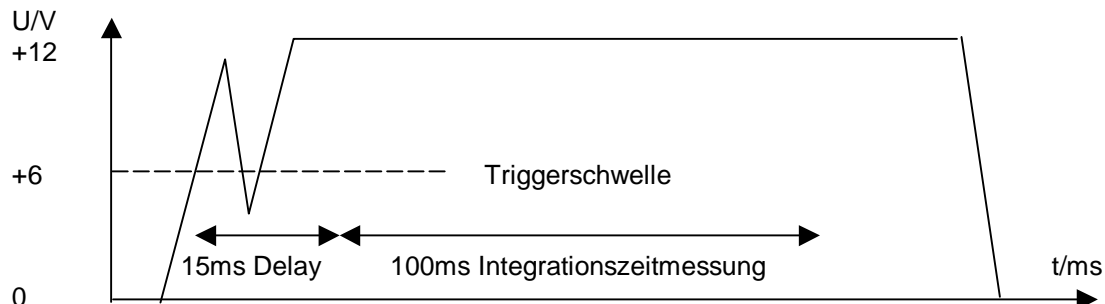
Parameter Nummer	Name	Wertebereich	Bemerkung
2	I_OFFSET	0...+100 [%]	Offset oder Triggerschwelle vom BIA -Messbereich Negative Werte sind begrenzt möglich.
4	I_INTEGRAT	0...30000 [100µs]	Integrationszeit (während der gemessen wird)
6	I_TRIGGER	-15000...+15000 (= n)	0: Messstart sofort, Messfenster entspricht Integrationszeit positiv: Messstart bei positiver Flanke negativ: Messstart bei negativer Flanke n < -1 oder n > +1: ist die Anzahl der Wiederholungen für die Mittelwertbildung aller Messergebnisse
8	I_MESSART	0	0: Integrationszeitmessung
10	I_TIMEOUT	1...30000 [ms]	Wartezeit auf das Ende einer Triggermessung
12	I_DELAY	0...30000 [100µs]	Nach Load&Arm und Startflanke wird die Triggervverzögerung als Totzeit aktiviert, z.B. um Schalterprellen zu eliminieren, anschließend wird über die Integrationszeit gemessen.

11.4.2 Die Ergebnisdaten

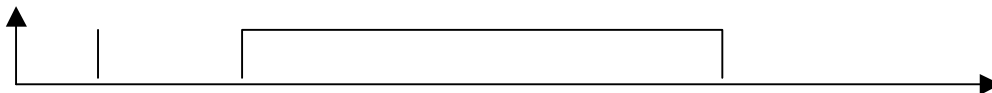
Parameter Nummer	Name	Wertebereich	Bemerkung	Inhalt nach Reset
56	DCAVG	-32768...+32767	Mittelwert während der Messzeit	0
58	DCEFF	-32768...+32767	DC-Effektivwert während Messzeit	0
60	MIN	-32768...+32767	Minimalwert während Messzeit	0
62	MAX	-32768...+32767	Maximalwert während Messzeit	0
64	EINHEIT1	siehe Einheiten-Tabelle	Einheit der Parameterwerte DCAVG, DCEFF, MIN, MAX	98
74	TIMESTAMP2	0...65535	Zeitstempel2 zu Beginn der Messung [100µs] Tick, (0...65535) 16 Bit unsigned rotierend	0
76	AB4-COUNT	-32768...+32767	Stand des AB4-Incrementalzählers (Stecker AUXIO)	0

11.4.3 Beispiel einer getriggerten Spannungsmessung mit Integrationszeit

Eine Spannung am Multiplexeranschlusspunkt 3(pos) und 5(neg) steigt von 0V auf 12V. Die Triggermessung soll im Spannungsmessbereich +/-12V arbeiten. Bei 6V Triggerschwelle soll der Positivtrigger auslösen, es folgt eine Entprellzeit von 15,0ms, dann startet eine einzige Messung mit einer Integrationszeit von 100,0ms.



Kontrollsignal an Testpin TRIG auf LP CTL274



Messbereich wählen:	Bemerkung
!BUA5	Auswahl Spannungsbereich +/-12V
Benötigte Parameter:	
!DWR24;0	U_Messart = 0: Integrationszeitmessung
!DWR22;1	U_Trigger = 1: Messstart mit positivem Trigger, eine einzige Messung
!DWR18;50	U_Offset = 50: Offsetverschiebung 50% vom BUA5-Bereich = +6000mV, damit wird der Messbereich verschoben von -12..+12V auf -6...+18V, sowie auf +6V Triggeroffset
!DWR28;150	Delay =15,0ms (in 100µs Einheiten)
!DWR20;1000	U_Integrat = 100,0ms (in 100µs Einheiten)
!DWR26;4000	4000ms Timeout (in ms Einheiten)
Messung starten:	
!MUB3;5	Start der Triggermessung (Mux 3=pos; Mux 5=neg)
Messergebnis prüfen:	Konnte die SMMU nach Triggerung den zu messenden Wert fehlerfrei erfassen (z.B. ohne Messwertüberlauf etc.), antwortet sie mit Fehler 0: <F=0. Sonst wird die Messung abgebrochen und der aufgetretene Fehler zurückgemeldet.
Messergebnisse:	
!DRD56	16 Bit signed DCAVG-Spannungswert (Einheit steht in Parameter 64)
!DRD58	16 Bit signed DCEFF-Spannungswert (Einheit steht in Parameter 64)
!DRD60	16 Bit signed MIN-Spannungswert (Einheit steht in Parameter 64)
!DRD62	16 Bit signed MAX-Spannungswert (Einheit steht in Parameter 64)
!DRD64	16 Bit signed Einheit (für Ergebnis Parameter 56...62)

12 Sicherstellung der Systemfunktion

12.1 Plausibilitätstest

Der Plausibilitätstest (!PLA) kann z.B. vor dem Test eines Prüflings zur Sicherstellung der Systemfunktion aufgerufen werden. Es soll sich dabei kein Prüfling in der Prüfaufnahme befinden, die Prüfaufnahme mit Nadeladapter aber angeschlossen sein. Der Test dient zur weitgehenden Überprüfung der flexiblen und empfindlichen Verdrahtung zum Nadeladapter sowie zur Erkennung, ob sich am Nadelbett oder in der 4-Leiter-Prüfzange Metallabrieb festgesetzt hat; viele Teile der Systemhardware werden auch geprüft. Die Versorgung zum DUT und alle AF-Schalter werden dabei ausgeschaltet. Der Ablauf ist abhängig von der Einstellung: 2- oder 4-Leitertechnik (!SLTx).

Zuerst prüft und bewertet das System (!JJJ2) alle Systemspannungen auf der Hauptplatine CTL274.

Danach werden alle bei PowerUp (oder mit !AAA, !LAP) gefundene Oktal-MUX-Ports mit dem daran angeschlossenen Nadeladapter getestet (!JJJ110, !JJJ120 ... !JJJ180). Geprüft werden nacheinander in aufsteigender Reihenfolge (0...8).alle Multiplexer MUX275.

Bei einem Fehler wird mit der entsprechenden Fehlermeldung abgebrochen. Bei aktiviertem Terminalmodus (!COD5;1) erscheinen alle Testergebnisse am Bildschirm in Klartext:

- | | |
|---|----------|
| 1. Die Betriebsspannungen des Systems | 8 Tests |
| 2. Die Temperatur der CPU (0...70°C ist ok) | 1 Test |
| 3. Hilfsspannung P1V6 | 1 Test |
| 4. ZDAC Positionen 10/50/90% | 3 Tests |
| 5. MINIPORT auf Verbindung der Anschlusspaare SFP0+SSP0 sowie SFN0+SSN0
Bei vorhandenen MUX275 zusätzlich: | 2 Tests |
| 6. Stecker DUT (275X3 / 275X4) auf Verbindung der Anschlüsse SFx+SSx | 8 Tests |
| 7. Stecker DUT auf Hochohmigkeit (ca. 100KΩ) von Anschluss Sx nach SSx | 8 Tests |
| a. Diese Prüfung erfolgt nur bei Anwahl der 4-Leitertechnik (Befehl !SLT4). | |
| b. Diese Prüfung entfällt bei Anwahl der 2-Leitertechnik (Befehl !SLT2), da die
3 Anschlüsse (SS+SF+S) am DUT-AP alle auf eine Kontaktnadel gelötet sind. | |
| 8. Lokal am Stecker DUT jedes Paar SF+SS auf Hochohmigkeit gegen alle anderen Pin-
paare SF+SS durch Offenprüfung der DUT-Anschlüsse zum Prüfling auf R>30KΩ | 28 Tests |
| 9. partielle Multiplexerüberprüfung mit Hilfe der integrierten Testzeilen.
Messung von RREF, jeweils 50KΩ von AP1-AP5, AP2-6, AP3-7 und AP4-8 | 4 Tests |

12.2 Kalibration

Eine Kalibration erfolgt beim Hersteller mit der aktuellen Firmware beim Endtest des Systems. Der abfragbare Parameter !CAL wird dabei auf den Wert der vorhandenen Softwareversion !VER gesetzt. Damit wird der Kalibrierstand unterscheidbar von nachträglich vorgenommenen Firmwareupdates in der Kundenanlage.

13 Datenaustausch über serielle Schnittstelle

13.1 Schnittstellenkonfiguration V24.0 (PC-Schnittstelle)

2 verschiedene Baudraten können über die Steckbrücke J1 eingestellt werden:

Jumperstellung 1-2:
9600 Baud

Jumperstellung 2-3:
115200 Baud

Gemeinsame Einstellung: 8 Datenbits, 1 Startbit, 1 Stoppbit, no parity
Ein XON/XOFF-handshake ist nur empfängerseitig realisiert.

13.2 Terminalmodus

Zur Inbetriebnahme und zu Testzwecken kann das Gerät in den Terminalmodus geschaltet werden (!COD5;1). Zur Formatierung auf dem Bildschirm werden LineFeeds gesendet, zusätzlich erfolgt die Ausgabe diverser lesbarer Texte. Das Modul CTL274 wartet auf Befehle, die vom Terminal über die serielle Schnittstelle gesendet werden. Die Befehle werden interpretiert und ausgeführt. Anschließend wird eine Antwort zurückgesendet.

Es werden ausschließlich druckbare ASCII-Zeichen gesendet bzw. empfangen, Ausnahme sind die beiden Endekennungen CR und LF.

Bei Fehlerantworten wird kurzzeitig der Beeper aktiviert.

Zur Bedienungsvereinfachung kann mit der Blank-Taste der zuletzt ausgeführte Befehl wiederholt werden. Der Terminalmodus wird beendet mit dem Befehl !AAA oder !COD5;0.

13.3 Host-Steuerprotokoll

Die Firmware auf CTL274 wartet auf Befehle, die vom Hostgerät (PC oder SPS) über die serielle Schnittstelle gesendet werden. Die Befehle werden interpretiert und ausgeführt. Anschließend wird eine Antwort zurückgesendet.

Es werden ausschließlich druckbare ASCII-Zeichen gesendet bzw. empfangen.
Ausnahme sind die beiden Endekennungen CR und LF.

Der Befehl:

Jeder Befehl vom Host startet mit einem '!' Zeichen. Es folgen 3 Buchstaben, die den Befehl codieren. Bei bestimmten Befehlen folgen noch ein oder mehrere Parameter, getrennt durch ein Semikolon (Strichpunkt) bzw. durch einen Doppelpunkt. Grundsätzlich ist es egal, welches Trennzeichen verwendet wird, jedoch wird in dieser Dokumentation darauf geachtet, dass Parameter, welche eine Pinangabe beinhalten, also {p} und {n}, mit einem Doppelpunkt getrennt werden, alle restlichen Parameter werden durch ein Semikolon getrennt. Die Parameter können ohne Führungsnullen angegeben werden. Beendet wird der Befehl durch ein CR oder LF oder ein blank.

Die Antwort:

Jede Antwort startet mit dem '<' Zeichen, gefolgt von einem Kennungsbuchstaben (R, W oder F), einem '=' Zeichen, einem Vorzeichen und einem Wert. Um die Zeichen auch bei einer SPS leicht einlesen zu können, wird der Zahlenwert (n5...n1) einer Antwort immer an fester Stelle übertragen. Es werden deshalb immer Führungsnullen gesendet, auch wenn der Wert kleiner 5 stellig ist.

13.3.1 Timeout beim Warten auf eine Antwort

Die SMMU05 antwortet nach Erhalt eines Befehles normalerweise innerhalb von ca. 70 ms.

Ausnahmen sind der Plaustest (!PLA), dieser kann je nach Ausbaustufe des Systems bis zu 3 Sekunden dauern, sowie die Triggerbefehle, dort sind spezifische Timeouts programmierbar.

Ein angeschlossenes Hostgerät muss ein normales Timeout von ca. 200ms, ein Plaustesttimeout von ca. 4 Sekunden und die spezifischen Triggermesstimeouts und Messzeiten berücksichtigen.

13.3.2 Antwort mit Kennbuchstabe R („Return“)

Ist der Kennbuchstabe ein 'R' so wird in n5...n1 die Antwort des Befehls oder der Zustand einer Abfrage („Return-Wert“) mitgeteilt.

Jede Antwort wird durch ein CR und LF abgeschlossen.

<	R	=	+/-	n5	n4	n3	n2	n1	{cr}	{lf}
---	---	---	-----	----	----	----	----	----	------	------

Wertebereich von n: -32768 ... +32767

13.3.3 Antwort mit Kennbuchstabe F („Fehler“)

Ist der Kennbuchstabe ein 'F' so wird hier das Ergebnis des Befehls mitgeteilt. (Fehler-Telegramm) Ist der 5-stellige Wert 0, so wurde der Befehl ordnungsmäßig ausgeführt, falls nicht, so verbirgt sich hinter dem Wert die aufgetretene Fehlernummer.

Jede Antwort wird durch ein CR und LF abgeschlossen.

<	F	=	+	n5	n4	n3	n2	n1	{cr}	{lf}
---	---	---	---	----	----	----	----	----	------	------

Wertebereich von n: 0 ... +32767

Fehlernummer n5...n1	Bedeutung
00000	kein Fehler
00001	Bedienfehler: Befehl unbekannt
00002	Bedienfehler: Parameter nicht erlaubt (außerhalb Bereich, doppelt,...)
00003	Bedienfehler: Messpin-Nr. nicht konfiguriert oder nicht erlaubt
00004	Bedienfehler: Befehl nur im Terminalbetrieb möglich
00005	Bedienfehler: Befehl nur für Hersteller erlaubt
00006	Timeout bei kundenspezifischem Messbefehl
00009	Softwareupdate nicht korrekt durchgeführt
00010	Kein Stromfluss am DUT zwischen APp und APn bei Befehl !KTAx:y
00011	Kontaktierfehler am Signalpaar SSn / Sn
00012	Kontaktierfehler am Signalpaar SSp / Sp
00013	SVGN SupplySense-Error an Signalpaar SFN0 / SSN0 bzw. SFn / SSn
00014	SVGP SupplySense-Error an Signalpaar SFP0 / SSP0 bzw. SFp / SSP
00015	Messwertüberlauf (Overflow)
00017	Fehler, z.B. negativer Widerstand, defekte Hardware, AB4-Zählfehler...
00019	CTL274 Plausfehler: Miniport Sense-Error an SFN/SSN oder SFP/SSP
00020	CTL274 Plausfehler: +30V Spannungsversorgung außerhalb Toleranz
00021	CTL274 Plausfehler: + 15V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00022	CTL274 Plausfehler: + 12V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00023	CTL274 Plausfehler: + 5V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00024	CTL274 Plausfehler: + 3,3V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00025	CTL274 Plausfehler: - 8V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00026	CTL274 Plausfehler: - 12V Spannungsversorgung außerh. Toleranz
00027	CTL274 Plausfehler: GND-Level außerhalb Toleranz
00028	CTL274 Plausfehler: REF1V6 außerhalb Toleranz
00029	CTL274 Plausfehler: ZDAC außerhalb Toleranz

Fehlernummer n5...n1	Bedeutung
00030	DAC0 außerhalb Toleranz
00031	DAC1 außerhalb Toleranz
00033	SVGN Sensefehler SSINTERN, Hardwarefehler auf CTL274
00034	SVGP Sensefehler SSINTERN, Hardwarefehler auf CTL274
00040	Temperatur im Mikrocontroller > 70°C
00042	Hardwarefehler CTL274: Kurzschluss zwischen MBSFP und MBSFN
00045	Loggerüberlauf, Messwerte konnten nicht geloggt werden
00050	Triggerablauf gestört, fehlender Triggerstart oder -ende, Abbruch
00051	Anzahl der Messungen ist > 32767
00052	Überlauf bei DCAVG-Addition
00053	kein Analogwert gemessen, evtl. ist der Messpuls <100us
00056	bei Phasenmessung zu geringer U- oder I-Amplitudenhub
00061	Triggermessung Load&Arm, ADC-Überlauf bei Referenzmessung 1
00062	Triggermessung Load&Arm, ADC-Überlauf bei Referenzmessung 2
00063	Triggermessung Load&Arm, ADC-Überlauf bei Referenzmessung 3
00064	Triggermessung Load&Arm, ADC-Überlauf bei Referenzmessung 4
00098	Kein Eintrag unter dieser Loggeradresse
00110	MUX275-Karte Adr. 1 Plausfehler allgemein
00111...00118	MUX275-Karte Adr. 1 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00120	MUX275-Karte Adr. 2 Plausfehler allgemein
00121...00128	MUX275-Karte Adr. 2 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00130	MUX275-Karte Adr. 3 Plausfehler allgemein
00131...00138	MUX275-Karte Adr. 3 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00140	MUX275-Karte Adr. 4 Plausfehler allgemein
00141...00148	MUX275-Karte Adr. 4 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00150	MUX275-Karte Adr. 5 Plausfehler allgemein
00151...00158	MUX275-Karte Adr. 5 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00160	MUX275-Karte Adr. 6 Plausfehler allgemein
00161...00168	MUX275-Karte Adr. 6 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00170	MUX275-Karte Adr. 7 Plausfehler allgemein
00171...00178	MUX275-Karte Adr. 7 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00180	MUX275-Karte Adr. 8 Plausfehler allgemein
00181...00188	MUX275-Karte Adr. 8 Plausfehler an AP Nr. 1...8 (Einerstelle)
00240...00255	(Reserviert für Hersteller)

13.3.4 Antwort mit Kennbuchstabe W („Wert“)

Ist der Kennbuchstabe ein 'W', so enthalten die Zellen n5...n1 den gewünschten bzw. abgefragten Wert des Befehls (Messwert). Durch ein Semikolon getrennt wird in den darauf folgenden 2 Zellen EH2...EH1 die Einheit des gemessenen Wertes übertragen.

Jede Antwort wird durch ein CR und LF abgeschlossen.

<	W	=	+/-	n5	n4	n3	n2	n1	;	EH2	EH1	{cr}	{lf}
---	---	---	-----	----	----	----	----	----	---	-----	-----	------	------

Wertebereich von n: -32768 ... +32767

Wert EH2/EH1	Einheit
00	1 μ V
01	10 μ V
02	100 μ V
03	1 mV
04	10 mV
05	100 mV
06	1 V
10	1 nA
11	10 nA
12	100 nA
13	1 μ A
14	10 μ A
15	100 μ A
16	1 mA
17	10 mA
19	100 $\mu\Omega$
20	1 m Ω
21	10 m Ω
22	100 m Ω
23	1 Ω
24	10 Ω
25	100 Ω
26	1 K Ω

Wert EH2/EH1	Einheit
30	1 $^{\circ}$ C
37	1 ns
38	10 ns
39	100 ns
40	1 μ s
41	10 μ s
42	100 μ s
43	1 ms
44	10 ms
45	100 ms
50	1 μ m
51	10 μ m
52	100 μ m
60	1 Hz
61	1 KHz
62	1 MHz
98	(nicht gemessen)
99	Ohne Einheit

Die getrennt abzufragenden Einheiten der UI-Triggermessung orientieren sich an dieser Tabelle.

13.4 Befehle und Antworten

13.4.1 Allgemein

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Alle Einstellungen in den Grundzustand setzen, Defaulteinstellungen, „Alles An den Anfang“	!AAA	<F={f}	setzt USUPPLY auf 0, ILIMIT auf minimal, Lösche Ausgang /GUT, Frequenzausgabe FRQ Stop, Wellengenerator Stop, SPS Ausgänge löschen, Terminalmodus ausschalten, MUX275 alle Schalter öffnen, Ermittelte Anzahl der verfügbaren MUX275 DUT-AP im System f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Lese Anzahl der verfügbaren DUT-AP	!LAP	<R={n}	Lese Anzahl der nach Reset oder mit Befehl !AAA ermittelten verfügbaren DUT-Anschlusspunkte auf allen MUX275 n= 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64
Lese Typ des Moduls	!TYP	<R={n}	n=274: Modultyp ist CTL274
Lese Seriennummer von Modul CTL274	!LSN	<R={n}	Bsp. n=50: Seriennummer 50
Lese Hardware Modification Record von CTL274	!HMR	<R={n}	Bsp. n=7: HMR7 = Hardwarebestückung Stand 7
Lese Softwareversion der Firmware in CTL274	!VER	<R={n}	Bsp. n=32: Softwareversion SWV32
CalibrationRecordNumber von CTL274 lesen	!CAL	<R={n}	Bsp. n=32 CAL=32: Die Eichung erfolgte mit der Firmware SWV32 beim Hersteller
Setze DUT-Anschlussart (2- oder 4-Leitertechnik) Nur relevant für Plaustest	!SLT{x}	<F={f}	x=2: 2-Leiter Technik (default) x=4: 4-Leiter Technik f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Lese DUT-Anschlussart 2- oder 4-Leitertechnik	!LLT	<R={n}	n=2: 2-Leiter Technik n=4: 4-Leiter Technik
Plausibilitätstest	!PLA	<F={f}	Es werden u.a. alle bei PowerUp oder mit Befehl !AAA gefundenen Oktal-MUX DUT-Kontaktierungen überprüft. (Befehle !JJJ2, !JJJ110, !JJJ120... !JJJ180) Ein Prüfling darf dabei nicht angeschlossen sein. (siehe Kap. 12.1) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Setze UART1 (V24.1) Baudrate	!COM{x};{y}	<F={f}	x= 3: 300 Baud x= 48: 4800 Baud x= 6: 600 Baud x= 96 9600 Baud x= 12: 1200 Baud x= 192: 19200 Baud x= 24: 2400 Baud x=1152: 115200 Baud y= 1 oder 2: 8 Databit, no parity, 1 oder 2 Stoppbit f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
V24.1-Schnittstelle ist über mehrere SMMUs hinweg kaskadier- und ansteuerbar von V24.0	!PASx	Keine Antwort	x= +- Zielnummer der kaskadierten V24-Schnittstelle (1,2...) +- = Aufbau, Abbau der V24 Kaskadierung auf Schnittstelle x x=+-1 CTL274 Modul 1 Schnittstelle V24.1 wird aktiv/passiv x=+-2 CTL274 Modul 2 Schnittstelle V24.1 wird aktiv/passiv ... siehe Kap. 18.2.1

13.4.2 Sonderbefehle im Terminalmodus

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Terminalbetrieb	!COD5;{x}	<F={f}	x=0: Terminalbetrieb deaktiviert x=1: Terminalbetrieb aktiviert (diverse zusätzliche Textausgaben)
Hilfe	!HLPx	Daten in ASCII	x=0 Anzeige von Geräteerkennung und Hersteller, CTL274: Ser.No., Firmwareversion+Rev, CAL, HMR und Anzahl der gefundenen DUT-AP
Anzeige Plauswerte der CTL274-Karte	!JJJ2	Daten in ASCII	Überprüfung: Betriebsspannungen auf CTL274, CPU-Temperatur, ZDAc, MINIPORT-Status, erster Teil des Plaustests
Plausibilitätstest am Oktal MUX mit Adresse x	!JJJ1x0	Daten in ASCII	Hardwaretest auf MUX275 mit Adresse x = 1...8, zweiter Teil des Plaustests
Schnittstellentest V24.1	!JJJ24	Daten in ASCII	TXD-RXD Brücke an V24.1 (274X6) muss eingelegt sein
Alle Einstellungen in den Grundzustand setzen „Alles an den Anfang“	!AAA	<F={f}	u. a. Terminalmodus ausschalten f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung

13.4.3 Firmware Download

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Download bootloader	!DLF2	<F={f}	Transferbereich für Bootloader im Flash löschen und Bootloader laden f=0 oder keine Antwort
Download firmware	!DLF3	<F={f}	Transferbereich für Firmware im Flash löschen und Firmware laden f=0 oder keine Antwort
Programmer	!DLF5	<F={f}	Eingespielte Software vom Transferspeicher in den Programmspeicher schreiben f=9 (Wiederholen) oder keine Antwort

13.4.4 SPSIO

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Setze SPS-Ausgang portweise	!XPO{x};{y}	<F={f}	Setzt SPS-Port Nr. {x} mit Wert {y} x={1...8}: je MUX-Karte ist 1 Output-Port mit 8 Bit möglich y={0...255}: 8-Bit Wert des Ausgangsports
Lese SPS-Eingang portweise	!XPI{x}	<R={n}	Lese SPS-Port Nr. {x} x={1...8}: je MUX-Karte ist 1 Output-Port mit 8 Bit möglich n={0...255}: 8-Bit Wert des Ausgangsports
Setze SPS-Ausgang einzeln	!XSO{x};{y}	<F={f}	Setzt SPS-Ausgang Nr. x={1...64}: pro MUX275-Karte sind 8 Outputs möglich y=1: Ausgang setzen y=0: Ausgang löschen
Lese SPS-Eingang einzeln	!XSI{x}	<R={n}	Lese SPS-Eingang Nr. x={1...64}: pro MUX275-Karte sind 8 Inputs möglich n=1: Eingang aktiv (stromführend) n=0: Eingang passiv

13.4.5 ICT

13.4.5.1 Vorwahl der Messbereiche

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Bereich Widerstand geschlossen	!BRG{x}	<F={f}	Setze Messbereich für Prüfung (Widerstand geschlossen) Widerstand mit Thermospannungskompensation x= (siehe Definition der Messbereiche BRG) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Bereich Widerstand offen	!BRO{x}	<F={f}	Setze Messbereich für Prüfung (Widerstand offen) Widerstand ohne Thermospannungskompensation x= (siehe Definition der Messbereiche BRO) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Bereich Diodensperrwiderstand	!BDS{x}	<F={f}	Setze Messbereich für die Prüfung Diodensperrwiderstand x= (siehe Definition der Messbereiche BDS) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Bereich Diodendurchlassspannung	!BDD{x}	<F={f}	Setze Messbereich für die Prüfung Diodendurchlassspannung x= (siehe Definition der Messbereiche BDD) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung

13.4.5.2 Messbefehle

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
messe Widerstand mit Thermospannungskompensation zwischen AP{p} und AP{n}	!MRG{p}:{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Widerstand zwischen den Anschlusspunkten {p} und {n} im eingestellten Widerstandsbereich mit Thermospannungskompensation n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
messe Widerstand ohne Thermospannungskompensation zwischen AP{p} und AP{n}	!MRO{p}:{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Widerstand zwischen den Anschlusspunkten {p} und {n} im eingestellten Widerstandsbereich ohne Thermospannungskompensation n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
messe Diodensperrwiderstand zwischen AP{p} und AP{n}	!MDS{p}:{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Diodensperrwiderstand zwischen den Anschlusspunkten {p} und {n} im eingestellten Diodensperrwiderstandsbereich n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
Messe Diodendurchlassspannung zwischen AP{p} und AP{n}	!MDD{p}:{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Diodendurchlassspannung zwischen den Anschlusspunkten {p} und {n} im eingestellten Diodendurchlassspannungsbereich n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
Durchgangsprüfung zwischen AP{p} und AP{n}	!KTA{p}:{n}	bei Fehler: <F={f}	Fehler 10 zeigt Unterbrechung (RD>~1MΩ) zwischen AP{p} und AP{n}, die Fehler 11, 12, 13 und 14 sind Unterbrechungsfehler der Anschlüsse zur Kelvinkontaktierung. f=0: Durchgang vorhanden, ok Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung

13.4.6 FKT

13.4.6.1 Versorgung des DUT

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Aktivieren der DUT-Spannungsversorgung USUPPLY Low-Level-Befehle für USUPPLY und ILIMIT	!SUP{x};{y} !SAN0{z} !SAN1{y}	<F={f}	Versorgung des Prüflings mit Konstantspannung x=-2300...+34000mV (Spannungsversorgung USUPPLY) y=30...+400mA (Stromgrenze ILIMIT) bei y=0 wird 30mA ausgegeben z= 0..26000mV nur in Bereich unipolar 0..26V, siehe 18.3.8 f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Aktivieren der DUT-Konstantstromversorgung ICONST im mA-Bereich	!SIP{x};{y}	<F={n}	Versorgung des Prüflings mit Konstantstrom (fixe übergeordnete Strombegrenzung 440mA am SVGP) x=0...+400mA (Konstantstrom ICONST) y=+1000...+26000mV (max. Spannung bei offener Last) wenn y<1000, dann wird 1000mV ausgegeben f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Aktivieren der DUT-Konstantstromversorgung ICONST im µA-Bereich	!SIB{x};{y}	<F={f}	Versorgung des Prüflings mit Konstantstrom (fixe übergeordnete Strombegrenzung 440mA am SVGP) x=0...+10000µA (Konstantstrom ICONST) y=+1000...+26000mV (max. Spannung bei offener Last) wenn y<1000, dann wird 1000mV ausgegeben f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
schalte DUT-Strom- oder Spannungsversorgung mit Sensebetrieb auf AP {p} und {n}	!SSV{p};{n}	<F={f}	Schalte die Spannungs- oder Stromversorgung mit SupplySensebetrieb (wie mit !SUP, !SIB, !SIP definiert) exklusiv auf AP{p} (positiv) und AP{n} (negativ). Alle mit !SSV, !SPP oder !SPN im Vorfeld aktivierten Einspeisepunkte werden ausgeschaltet. MINIPOINT wird mit !SSV oder !SSV0:0 bedient. F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
DUT-Versorgung ausschalten	!RSV	<F={f}	Schalte die Strom- oder Spannungsversorgung von allen AP an Miniport und MUX275 ab. Alle zuvor mit den Befehlen !SPP oder !SPN eingeschalteten AP werden abgeschaltet. Siehe Kap. 18.3.10 F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Set Point Positive	!SPP{p}	<F={f}	Schalte den Ausgang des SVGP ohne SupplySensefunktion auf den Anschlusspunkt {p} (p>=1). F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Reset Point Positive	!RPP{p}	<F={f}	Schalte den Ausgang des SVGP ohne SupplySensefunktion vom Anschlusspunkt {p} ab (p>=1). F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Set Point Negative	!SPN{n}	<F={f}	Schalte den Ausgang des SVGN ohne SupplySensefunktion auf den Anschlusspunkt {n} (n>=1). F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Reset Point Negative	!RPN{n}	<F={f}	Schalte den Ausgang des SVGN ohne SupplySensefunktion vom Anschlusspunkt {n} ab (n>=1). F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Start und Stop des Wellengenerators am SVGP	!WAV{frq};{ampl};{offs};{Art}	<F={f}	frq = 0: Frequenz 0, Generatorstop am Periodenende frq = 13...3000: Frequenz in Hz, für Testzwecke bis 30000Hz ampl = 1...26000mV Amplitude Us offs = -2300...+26000mV Offsetspannung Art: 1: Sinus f=0 ok, n<>0: siehe Fehlermeldung

13.4.6.2 Allgemein

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Setze digitalen Ausgang auf CTL274	!SET{x}	<F={f}	x=Digitalkanal-Nr. 33=REGGND(SVGN) 104=ENCAP, 105=ENDMS, 106=ENDMF, 117=LED1B an Frontplatte, 127=GUT, 134=CLAMPSFN, 135=DISDUTU Bei einem ICT wird Ausgang 33, 104, 105, 106, 134 und 135 gelöscht. f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Lösche digitalen Ausgang auf CTL274	!CLR{x}	<F={f}	x=Digitalkanal-Nr. 33=REGGND(SVGN) 104=ENCAP, 105=ENDMS, 106=ENDMF, 117=LED1B Frontplatte, 127=GUT, 134=CLAMPSFN, 135=DISDUTU f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
AF-Schalter auf MUX275 am AP{x} einschalten	!SAX{x}	<F={f}	Schaltet den AFx-Schalter auf der Multiplexerkarte ein. f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
AF-Schalter auf MUX275 am AP{x} ausschalten	!RAX{x}	<F={f}	Schaltet den AFx-Schalter auf der Multiplexerkarte aus. F=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
MUX275 Setze 2 Senseanschlüsse auf den Messbus	!PNS{p}:{n}	<F={f}	Die Sense-Anschlüsse S{p} und S{n} werden statisch auf den Messbus MBSP und MBSN aufgeschaltet. Der Zustand wird bei einer ICT-Messung gelöscht. siehe Kap. 18.7.6 U-Messung mit externem DVM
MUX275 Lösche Senseauswahl	!PNR	<F={f}	Freischaltung Messbus, Beenden der !PNS Aufschaltung siehe Kap. 18.7.6 U-Messung mit externem DVM
Zeitähler1 und Zeitstempel1 lesen	!TSPx	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	x=1 Zeitähler1 direkt lesen x=2 Zeitstempel1 lesen, wird bei jeder Analogmessung aktualisiert n=0...32767, e= Einheit [1ms] f = Fehlernummer

13.4.6.3 Stecker AUXIO

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Analoge Hilfeingänge messen gegen Systemmasse GND	!AINx	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Spannung an Eingang AINx x=4...7 9=Temperatur CPU, 15=TEMPEXT, Temperatur extern 0...120°C n = Messwert; e = Einheit [mV] oder [°C], f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
HF-Frequenzmessung	!MHF	<W={n};{e}	Messe DUT-Hochfrequenz über Vorteiler DIV252 n=0...7000, e= Einheit [KHz]
NF-Frequenzausgabe an Pin FRQ	!SSFx	<F={f}	x=85...12543Hz (x= 0 ist ausgeschaltet) f=0 ok, n<>0: siehe Fehlermeldung
AB4-Zähler bedienen, Eingänge SA und SB mit 4fach Auswertung	!CNTx	<R={n} bei Fehler: <F={f}	x=0: Zähler auf NULL setzen x=1: Zähler direkt lesen x=2: Saveregister lesen, wird bei Analogmessungen aktualisiert n= -32768...0...+32767 f = Fehlernummer (17=Zählfehler)
Abfrage QUIT-Eingang	!QTK	<R={n}	n=0: QUIT nicht aktiv (Taster nicht gedrückt) n=1: QUIT aktiv (Taster betätigt) Das Signal wird wegen Abfragebetrieb um ca. 100ms verlängert.
Setze Ausgang /GUT	!SET127	<F={f}	f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Lösche Ausgang /GUT	!CLR127	<F={f}	f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung

13.4.6.4 Vorwahl der Messbereiche und Datenblockzugriff

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Setze Messbereich Spannung	!BUA{x}	<F={f}	Setze Messbereich für Spannungsmessung !MUA und !MUB x= (siehe Definition der Messbereiche BUA) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
Setze Messbereich Strom	!BIA{x}	<F={f}	Setze Messbereich für Strommessung !MIA und !MIB x= (siehe Definition der Messbereiche BIA) f=0: ok; f<>0: siehe Fehlermeldung
data read	!DRD{x}	<R={n} <F={f}	Lese aus Datenblockadresse x das Datum n f=<>0: siehe Fehlermeldung
data write	!DWR{x};{y}	<F={f}	Schreibe in Datenblockadresse x das Datum y f=0 ok, n<>0: siehe Fehlermeldung

13.4.6.5 Messbefehle

Protokoll Name	Befehl vom Host	Antwort SMMU05	Beschreibung
Messe Spannung UDCAVG differentiell zwischen S{p} und S{n}	!MUA{p};{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe Spannung zwischen den Anschlüssen S {p} und {n} (der Spannungsbereich wurde mit !BUA definiert) MINIPOINT-Messung mit !MUA oder !MUA0:0 n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
Messe ISUPPLY, DUT-Versorgungsstrom als IDCAVG	!MIA	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	messe DUT-Versorgungsstrom (der Strombereich wurde mit !BIA definiert) n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
Messe Systemspannungen massebezogen	!MUV{n}	<W={n};{e} bei Fehler: <F={f}	n=1 (GNDA Analogmasse), n=2 (+3,3V), n=3 (+5V), n=4 (+12V), n=5 (+15V), n=6 (+30V), n=7 (-8V), n=8 (-12V) USVGP durch Messung von SSP-GND: n=11..17 messe USVGP-GND in den Messbereichen BUA1..7 USVGN durch Messung von SSN-GND: n=21..27 messe USVGN-GND in den Messbereichen BUA1..7 n = Messwert; e = Einheit, f = Fehlernummer Zeitstempel1- und AB4-Zählerspeicherung
Triggermessung der Spannung zwischen S{p} und S{n}	!MUB{p};{n}	<F={f}	Messe Spannung zwischen zwei Senseanschlüssen Sx im eingestellten Spannungsbereich !BUA f=0 ok, n<>0: siehe Fehlermeldung Spannungsmessung gegen Systemmasse ist möglich: Masse ist codiert mit -1 MINIPOINT: !MUB0:-1 oder !MUB-1:0 MUX275: !MUBp:-1 oder !MUB-1:n Zeitstempel2- und AB4-Zählerspeicherung
Triggermessung vom Versorgungsstrom ISUPPLY des Prüflings	!MIB	<F={f}	Messe Strom ISUPPLY im eingestellten Strombereich !BIA f=0 ok, n<>0: siehe Fehlermeldung Zeitstempel2- und AB4-Zählerspeicherung

14 Gehäuse



Die SMMU05 kann geliefert werden im Kunststoffgehäuse ULTRAMAS19 von BOPLA.

Das Gehäuse **G1** hat einen Einbauraum von 6HE 18TE 160mm tief. Die Aussenabmessungen betragen 290 x 210 x 110mm, die Wandlaschen haben jeweils 15mm Überstand. Es ist bestückt mit komplettem Messbus für 4 Steckpositionen. Darin findet eine SMMU05 mit bis zu 48AP Platz. Unbenutzte MUX275 Steckplätze werden mit Blindfrontplatten 6HE 4TE abgedeckt.

Ohne Bild:

Das Gehäuse **G2**, 6HE in einer Breite von 27TE wird für Systeme mit mehr als 48AP verwendet.

Die bei einer Bestellung **extra** zu definierenden Wandlaschen oder Stellfüße/Klappfüße oder Verbindungsstege zu weiteren Gehäusen lassen sich an beliebigen Seiten montieren: oben, unten, rechts und links. Lieferbar sind Aufstellfüße und Klappfüße, das System ist sehr flexibel. Diverse Lüftungsschlitze sind vorhanden. Die Rückseite wird durch eine Aluplatte geschlossen.

14.1 Aufstellfüße



Die Aufstellfüße sind vorne ausklappbar. Die Füße können auch an den Seitenflächen des Gehäuses montiert werden, damit steht das Gehäuse senkrecht, also um 90° gedreht.

Sie können jederzeit unkompliziert gegen Wandlaschen oder Verbindungslaschen ausgetauscht werden.

14.2 Wandlaschen



Die Wandbefestigung erfolgt an den Wandlaschen über 4 Schrauben M4 im Raster 305 x 150mm. Die Wandlaschen können an der Unterseite oder der Oberseite des Gehäuses angebracht werden.

Sie können jederzeit unkompliziert gegen Aufstellfüße oder Verbindungslaschen ausgetauscht werden.

15 Bestellnummern

15.1 Gerätevarianten

Bestellnummer	Anzahl AP an CTL + MUX	Option SPSIO IN/OUT	Anzahl der Module	Lieferumfang
SMMU05-00	2 + 0	0/0	1	Leiterplatte CTL274 einzeln, ohne Frontplatte
SMMU05-xx-G1				Tischgehäuse G1, Frontplatten
SMMU05-xxS-G1		s.u.		Tischgehäuse G1, SPSIO, Frontplatten
SMMU05-xxS		s.u.		Leiterplatten gestapelt, SPSIO, ohne Frontplatten
xx = 08	2 + 8	8/8	2	
xx = 16	2 + 16	8/8	2	
xx = 24	2 + 24	16/16	3	
xx = 32	2 + 32	16/16	3	
xx = 40	2 + 40	24/24	4	
xx = 48	2 + 48	24/24	4	
xx = 56	2 + 56	32/32	5	
xx = 64	2 + 64	32/32	5	

Netzteile sind bei Bedarf separat zu bestellen. Die Bestellangabe S (SPSIO) ist optional.
Bei Bestellangabe G (Gehäuseversion) werden montierte Frontplatten mitgeliefert.

15.2 Einzelteile

Teil	Lieferant	Bestellnummer	Bemerkung
Controllerkarte	Frank	CTL274 CTL274-F	CTL274 einzeln mit separatem POWER-Stecker 274P1 Option F= mit fertig montierter 19"-Teilfrontplatte 6HE 6TE
Multiplexerkarte	Frank	MUX275-xx MUX275-xxS MUX275-xxSF	MUX275 einzeln mit xx= 8, 16 (Anzahl der DUT-AP) Option S= mit SPSIO (8 In / 8 Out pro Karte) Option F= mit fertig montierter 19"-Teilfrontplatte 6HE 4TE
Netzteil 24V 1,3A	Distrelec	362514	PULS MiniLine ML30.100 24..28V 30W für 35mm Hutschienen-Montage zur Versorgung der SMMU05
HF-Vorteiler	Frank	DIV252	HF-Vorteiler zur Montage im Nadeladapter für Frequenzmessung bis 7MHz
Stecker für HF-Vorteiler	Distrelec	121668	Pfostenbuchse 10pol für Flachbandkabel Raster 2,54mm Zum Bau eines Verbindungskabels CTL274 AUXIO an DIV252
LM35DZ	Distrelec	641527	Externer Temperatursensor von National Semiconductor Zum Anschluss an Stecker AUXIO
Busverbinder	Frank	SMMU05-BUSz	Busverbindung MESSBUS verbindet alle Karten im System z=2...9 (Anzahl der VG-Stecker = Summe aller Karten) Das Messbus-Flachbandkabel hat VG64ac-Federleisten im Raster von 30mm
V24 Kabel PC-SMMU05	Frank rsonline.de	SMMU05-KABPC 777-621	V24 Standardkabel SubD9pol (1:1) female-male Vom PC an SMMU05 V24.0, Länge 180cm
DUT-Adapter mit sep. Kabel	Frank	ADA309-SUBD	ADA309 mit Stecker SubD37male u.a. zum direkten Aufstecken auf MUX275
	Frank	KABxx-S37M-S37F	separates Kabel xx cm mit Stecker SubD37female + SubD37male an MUX275
DUT-Adapter mit sep. Kabel	Frank	ADA309-PFO-W	ADA309 mit 40pol Pfostenstecker
	Frank	KABxx-S37M-P40F	separates Kabel xx cm mit 40 pol Pfosten + SubD37m an MUX275
DUT-Adapter	Frank	ADA309-LPVxx-W	ADA309 mit LPverbinder & festem Kabel, Länge xx cm mit Stecker an MUX275
Winkelhalter	Distrelec	321214	Option -W: 10x Aluwinkel VERO173-253258D für ADA309 Hochkantmontage
Dokumentation	Frank	SMMU05-xS-FLYER	x = 16, 32 SMMU05-Kurzbeschreibung, Flyer, Werbeblatt
Dokumentation	Frank	SMMU05-TDOK	Technische Beschreibung

16 Gerätestand

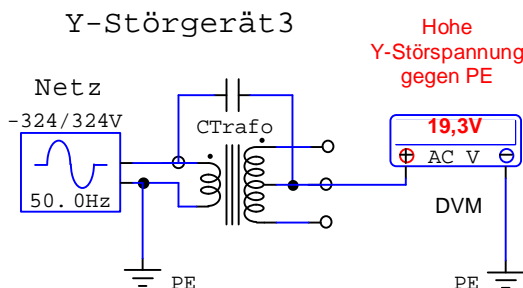
Hardware Modification Record	Software Version SWV	Datum	Änderung
CTL274B HMR4		21.08.2006	Die Beschaltung vom Regler SVGP wurde angepasst. Die Ausregelzeit für Lastsprung 370mA beträgt 30us.
		23.04.2006	Die Beschaltung vom Regler SVGN wurde angepasst. Die Ausregelzeit für Lastsprung 370mA beträgt 5us.
CTL274B HMR5		28.08.2007	Bisher Stromregler ICONST nur stabil bei L-Last 0...5uH Stromregler stabil bei DUT-Induktivanteil bis 20uH
	25	10.05.2007	4 kundenspezifische Messbefehle Bis zu 64 DUT-AP sind möglich Zeitstempel1 Auflösung 1ms Genauigkeit der Spannungsangabe >26V erhöht USUPPLY schaltet unterbrechungsfrei auf neue Werte PowerUp Wartezeit 800ms
	26	21.08.2007	Eichung der Analogkanäle AIN4..7 Bipolarer Spannungsbereich +-2300mV mit Auflösung 1,2mV Einführung der CalibrationRecordNumber CAL
CTL274B HMR6	27	04.02.2009	Filter im SVGP optimiert, Lastsprung 200mA Ausregelzeit 40us Transientenunterdrückung im Kreis P30L und M12L verbessert
CTL274B HMR7	32	31.05.2010	Sinusgenerator und U/I-Triggermessung aktiv Hardwareanpassung für Triggermessung Analogmessungen überarbeitet
MUX275B HMR2	keine	01.07.2005	Diese Version ist uneingeschränkt lauffähig
MUX275C HMR10	keine	01.12.2009	Erweiterung der Hardware mit Kartenkennung und Jumper2

17 Integration der SMMU in ein Prüfsystem

Dieser Abschnitt definiert allgemein gültige und sehr wichtige Richtlinien zur Sicherstellung einer korrekten Funktion der Gesamtsystems. Wir beschreiben ein zweistufiges Konzept der Potentialanbindung der verschiedenen Komponenten des Prüfsystems, bestehend aus **Y-Anbindung** (Y-Ableitstrom gegen PE) und **Gleichtaktanbindung** (Y-Ausgleichstrom zwischen den Komponenten).

17.1 Y-Störer

Die Spannung einer elektrisch schwebenden Komponente (Gleichtaktpotential gegen PE) ist immer ungleich Null. Sie besteht aus DC-Anteilen (Sammeln von vagabundierenden Elektronen) und AC-Anteilen (NF- und HF-Antennenwirkung). Wir sprechen allgemein von asymmetrischen Y-Störungen, von Y-Störspannung und Y-Ableitstrom, der bei Kontakt in andere Komponenten fließt. Der AC-Anteil wird höher, wenn Komponenten fremdversorgt werden. Die Art der Störung ist abhängig von der Netzteilbauart: Trafonetzteile erzeugen niederfrequente Y-Störungen, Schaltnetzteile erzeugen zusätzlich hochfrequente Y-Störungen. Die Höhe der Störung ist abhängig vom Schaltungsprinzip, der kapazitiven Koppelung und abhängig von der

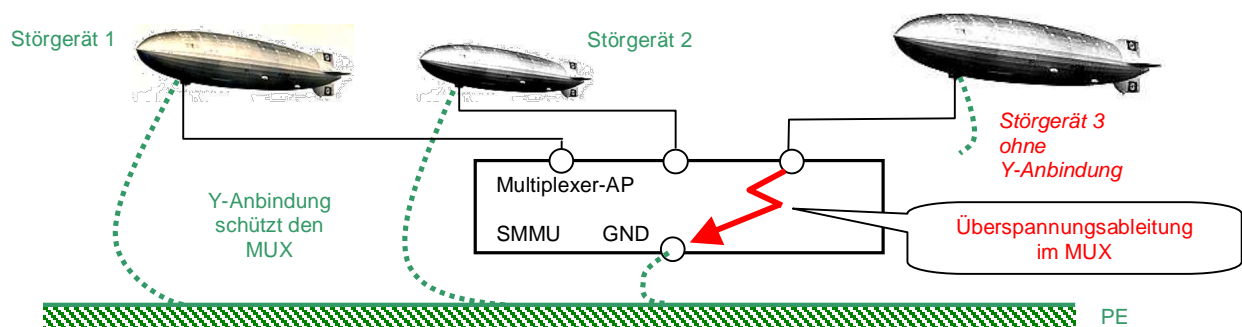


Einsteckrichtung des Netzsteckers in die Netzsteckdose.

Kleine passive Komponenten mit geringer Antennenwirkung, am besten abgeschirmt durch geerdete Bleche, sind so gut wie Y-störfrei. Der Übergang zur Störkomponente ist fließend. Auch der menschliche Körper ist durch seine Ausdehnung mit Antennenwirkung ein passiver Y-Störer, nachprüfbar durch Berühren des heißen Eingangs eines asymmetrischen NF-Verstärkers mit dem Finger; jetzt brummt es im Lautsprecher. Fehlmessungen durch Berühren von heißen Messstellen sind bekannte Auswirkungen.

17.2 Y-Anbindung

Ein Luftschiff ist das ideale Beispiel einer schwebenden Störkomponente. Um die Gefahr einer statischen Entladung beim Landen zu verhindern, muss vorher das Hüllenpotential dem Bodenpotential PE angeglichen werden. Das erfolgt durch eine hochohmige Schleppleine zum Boden. Das ist Y-Anbindung: Sie erzwingt eine geringe Y-Reststörspannung der Komponente gegen PE. Die Masse der SMMU liegt nahe am Landepotential PE, die externen Störgeräte sind sozusagen landende Zeppeline, die am Multiplexer andocken und dabei keine Überspannungsableitaktion auslösen dürfen.

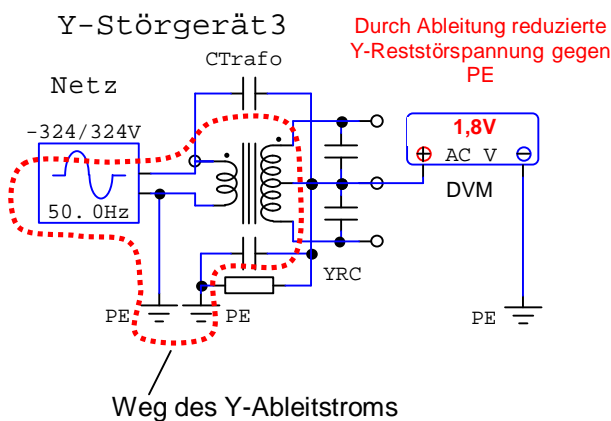


Die offenen Schalter des MUX sind hochohmig und ohne Y-Anbindung dem vollen Potential des Störgeräts ausgesetzt. Enthält der MUX mechanische Relaiskontakte, sind Spannungen bis 200V meist kein Problem. Der vollelektronische Multiplexer der SMMU arbeitet dagegen nur im Bereich von -12...+30V, höhere Spannungen werden durch Ableitdioden begrenzt. Werden im Ableitfall gleichzeitig empfindliche Messungen an anderen MUX-AP durchgeführt, sind Quereinflüsse möglich.

Um das zu verhindern, muss jede Störkomponente mit einer geeigneten Y-Anbindung ausgestattet sein. Um Erdschleifen zu vermeiden, darf nur eine Komponente direkt geerdet werden, dann ist die Y-Reststörspannung so gut wie NULL. Bei mehreren Komponenten ist jeweils eine hochohmige Anbindung nötig. Das führt zu einer geringen Y-Reststörwechselspannung gegen PE, die der MUX verkraften muss.

Die zu wählende Variante der Y-Anbindung ist abhängig von der Verschaltung während des Prüfens, wenn die Komponenten über den MUX galvanisch verbunden werden (Gleichtaktanbindung): Strommessungen am DUT können u.U. Y-Ausgleichströme enthalten und Messknoten durch Y-Ableitströme belastet werden. Durch gute Wahl der Anbindung sollen diese Störeffekte minimiert werden.

Variante	Y-Anbindung
YD	Direkte galvanische PE-Anbindung für Y-Reststörspannung ~ NULL, bei Gehäusen zur Schutzerdung sowie für abschirmende Komponenten. Nur eine Komponente am Multiplexer darf direkt geerdet werden, sonst entstehen Erdschleifen mit vagabundierenden Querströmen durch das System, Messfehler können entstehen.
YRC	Anbindung an PE über Widerstand mit Parallelkondensator (z.B. $10\text{M}\Omega // 1\text{nF } 100\text{V}$), für mehrere Komponenten im System mit gleichem DUT-Spannungsbezug. Erdschleifen werden dadurch verhindert.
YVC	Fliegende Anbindung an PE über Varistor etwa 30V_{eff} mit Parallelkondensator, für Komponenten, die im Betrieb auf unterschiedlichen DUT-Potentialen arbeiten müssen, z.B. DVM, DAM, Netzteil..
YF	Floatend, Keine PE-Anbindung, nur für, so gut wie Y-störfreie Komponenten wie: Elko, Widerstand, DVM mit Akku, passiver (abgeschirmter) DUT...



Der R im YRC-Ableitnetzwerk sorgt für die DC-Entladung des schwebenden Störgeräts gegen PE, der C reduziert die AC-Anteile auf den zulässigen Wert der Y-Reststörspannung. Bei hohem Entstörbedarf sind auch mehrere symmetrisch angeordnete Ableitungen sinnvoll, z.B. von jedem Anschluss der Trafosekundärwicklung nach PE. Die Bauteile der Y-Anbindung sind möglichst direkt am Ort der Einkoppelung anzulöten (Trafoanzapfung) oder am Potential mit dem größten Kapazitätsbelag (Schaltungsmasse). Bei falsch gewähltem Anschlussort des Abgriffs fließen die Ableitströme u.U. durch stöempfindliche Elektronikteile und bewirken Fehlfunktion.

An die SMMU sollen nur Y-störmarmen Komponenten angeschlossen werden: Y-störmarm sei eine Komponente, wenn die Y-Störwechselspannung gegen PE geringer ist als $\pm 4\text{V}_{\text{peak}}$. Die Spannungsmessung erfolgt mit einem geerdetem Oszillografen mit $R_i = 10\text{M}\Omega // 10\text{pF}$. Nach dem Abklemmen des Oszillografen fehlt die Messlast, die Y-Störspannung kann über 4V_p steigen. Im Grenzfall ist ein Y-Ableitnetzwerk $<10\text{M}\Omega // >10\text{pF}$ einzubauen.

17.3 Komponenten im Prüfsystem

Testergehäuse und Testadapter: Zur Abschirmung soll das Gehäuse elektrisch leitfähig sein, es wird zusätzlich direkt geerdet. Alle Metallteile des Testadapters sollen geerdet werden.

SMMU-Netzteil: Das Gehäuse soll geerdet werden. Der Minuspol der Versorgungsspannung soll mit PE verbunden werden, das sorgt für die komplette Ableitung des Y-Störstroms an PE. Die Erdung des Pluspols wird nicht empfohlen, um Materialwanderung zu vermeiden.

SMMU: Die SMMU enthält Y-störmende DCDC-Converter und ist deshalb mit einer fliegenden Anbindung YVC ausgestattet. Damit die Entstörung korrekt funktioniert, ist der PE-Anschluss extern zu erden.

DUT: Y-Störmarmen Komponenten können angeschlossen werden: Passive und abgeschirmte Teile, wie Widerstand, Kondensator, Spule, Trafo mit geerdetem Kern, Schalter, LED, Batterie, Akkusatz, Elektronikteil.... Besteht die Gefahr einer statischen DUT-Aufladung oder gehört der Prüfling zu den Y-Störern, ist eine Entstörung durch Anbindung YD, YRC oder YVC nötig.

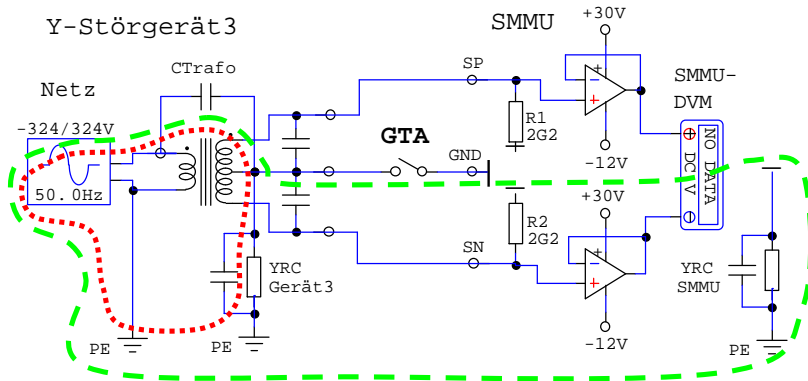
Externe DVM und DAM: Häufig besteht die Forderung, dass sie beim Messen am DUT auf unterschiedlichen Potentialen eingesetzt werden sollen. Bei Y-Störern ist dann eine Varistoranbindung YVC korrekt. Für empfindliche Messungen müssen Y-störmfreie Geräte mit Schirmwicklung im Netzteil oder Akkugeräte verwendet werden; die Y-Anbindung ist dabei immer (YF, floatend).

Externe Netzteile und Generatoren: Gehören meist zu den Y-Störern und benötigen eine Y-Anbindung.

Externer Oszillograf: Bei Strahlröhrengeräten ist die Y-gestörte Oszimasse schon geräteseitig mit PE verbunden. Das ist die direkte Anbindung YD, die einmal im System vorkommen darf.

17.4 Gleichtaktanbindung

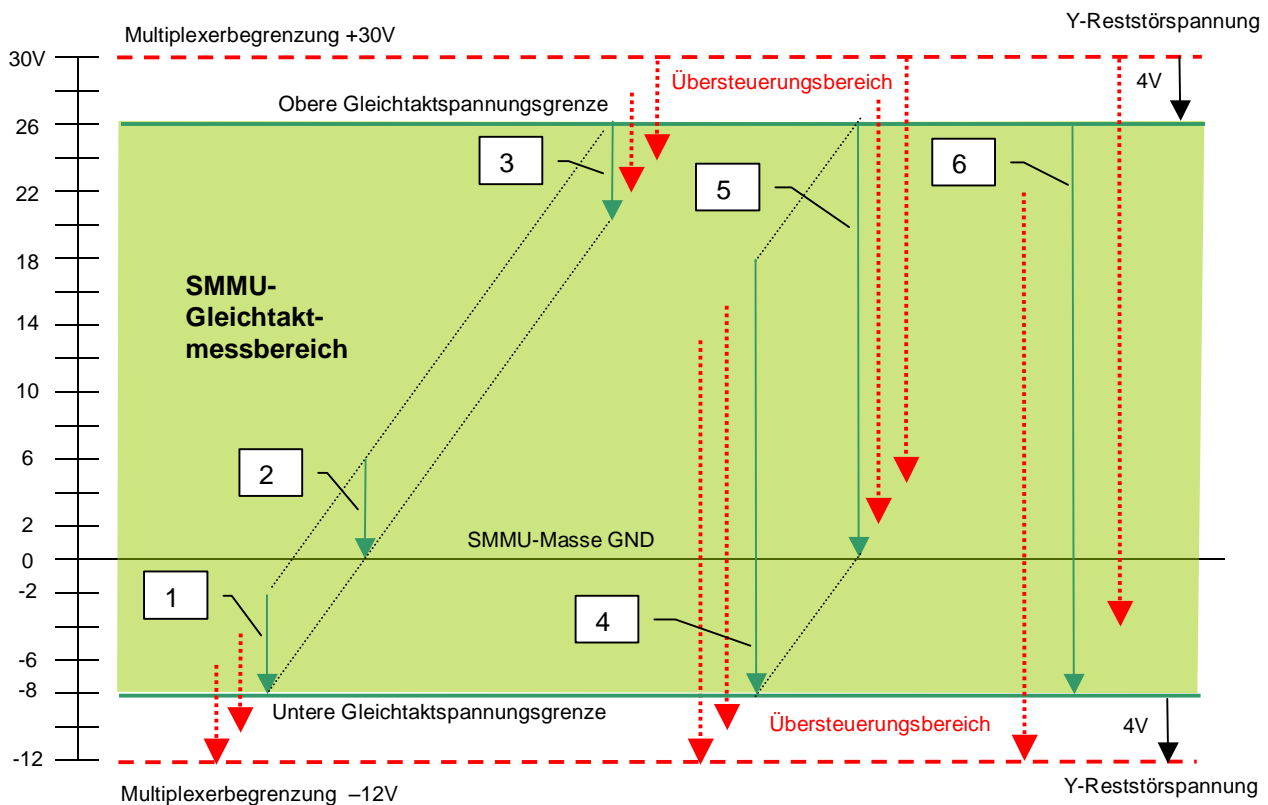
Beim ICT wird der DUT von der SMMU gespeist, die Gleichtaktanbindung ist dadurch automatisch hergestellt. Werden beim FKT die Komponenten zusammenschaltet, ist bei Spannungsmessung auf korrekte Gleichtaktanbindung zu achten. **Das alleinige Anschalten eines differentiell arbeitenden DVM an den DUT zur Spannungsmessung ist unzulässig.** Für die Gleichtaktanbindung gibt es nur eine Variante, die direkte niederohmige Anbindung einer externen Komponente an ein geeignetes Potential des Prüfsystems, entweder fest verdrahtet oder geschaltet über MUX. Über die Gleichtaktanbindung können sich die unterschiedlichen Y-Reststörspannungen der Komponenten niederohmig ausgleichen. Das Anbindepotential an der SMMU, also die Gleichtaktpositionierung des DUT, muss so gewählt werden, dass die Spannung an jedem AP des Testsystems innerhalb von $-8...+26\text{V}$ liegt. Im Beispiel wird ein externes Y-Störgerät über Schalter GTA



(Gleichtaktanbindung) mit GND der SMMU verbunden. Dadurch wird die Gleichtaktspannung zwischen den Komponenten zu Null. Der Gleichtaktbereich der DVM-Messverstärkereingänge S kann erst jetzt zu 100% für die U-Messung verwendet werden. Ohne diese Anbindung floatet Störgerät3 gegen die SMMU, der Y-Ausgleichsstrom zwischen den Komponenten versucht, bei Spannungsmessungen über die hochohmigen S-Eingänge der SMMU zu fließen. Auch kleine

Ausgleichströme übersteuern den $2,2\text{G}\Omega$ -Messverstärkereingang, Fehlmessungen sind die Folge. Der Y-Ableitstrom ist gepunktet, der Y-Ausgleichsstrom gestrichelt dargestellt.

Das folgende Bild zeigt den SMMU-Arbeitsbereich und die Gleichtaktpositionierung von 6 Beispiel-Messobjekten.



Beispiel	1	Batterie 6V mit Anbindung	MBAT an -8V	oder	PBAT an -2V	siehe nächstes Blatt
	2	Batterie 6V mit Anbindung	MBAT an 0V	oder	PBAT an $+6\text{V}$	
	3	Batterie 6V mit Anbindung	MBAT an $+20\text{V}$	oder	PBAT an $+26\text{V}$	
	4	Batterie 26V mit Anbindung	MBAT an -8V	oder	PBAT an $+18\text{V}$	siehe nächstes Blatt
	5	Batterie 26V mit Anbindung	MBAT an 0V	oder	PBAT an $+26\text{V}$	
Beispiel	6	Batterie 34V mit Anbindung	MBAT an -8V	oder	PBAT an $+26\text{V}$	

Programm zum Beispiel 2:

Die Ausgangsspannung 6V eines Netzteils BAT mit Y-Störspannung soll gemessen werden. Eine YRC-Anbindung ist angeschlossen an MBAT und reduziert die Y-Störrestspannung korrekt auf $<\pm 4V_p$. Das Netzteil ist angeschlossen MBAT an AF1 und PBAT an AF2. An AP1 und AP2 sind jeweils die 3 Anschlüsse SF, SS und S miteinander verbunden.

!BUA5 Spannungsmessbereich für DUT definieren ($\pm 12V$)
!SUP0;30 SMMU DUT-Versorgung als U-Quelle mit 0V und 30mA ILIMIT einstellen, die erzeugte Spannung wird als Gleichtaktanbindepotential verwendet
!SPN1 Über den MUX-Schalter SFN1 wird der SVGN ($\sim 0V$) mit AP1 verbunden
!SAX1 AF1 schließen, dadurch wird AP1 mit MBAT verbunden, Gleichtaktanbindung an MBAT
!SAX2 AF2 schließen, AP2 wird über AF2 mit PBAT verbunden
!MUA2:1 Jetzt kann DUT-Spannung ($+6V$) korrekt gemessen werden, auch !MUA1:2 ($-6V$) ist möglich
!RAX2 AP2 trennen von der externen Quelle
!RAX1 AP1 trennen von der externen Quelle, Gleichtaktanbindung abschalten
!RPN1 AP1 wieder hochohmig schalten

Mit dieser Methode können externe Quellen von 0..+26V angeschlossen und gemessen werden.

Programm zum Beispiel 6:

Die Ausgangsspannung 34V eines Netzteils BAT mit Y-Störspannung soll gemessen werden. Eine YRC-Anbindung ist angeschlossen an MBAT und reduziert die Y-Störrestspannung korrekt auf $<\pm 4V_p$. Das Netzteil ist angeschlossen MBAT an AF1 und PBAT an AF2. An AP1 und AP2 sind jeweils die 3 Anschlüsse SF, SS und S miteinander verbunden.

!BUA7 Spannungsmessbereich für DUT definieren ($\pm 34V$)
!SUP34000;30 SMMU DUT-Versorgung als U-Quelle mit 34V und 30mA Begrenzung einstellen der hier zur Gleichtaktanbindung verwendete SVGP hat +26V Potential gegen GND, SVGN hat $-8V$ Potential, er wird hier nicht verwendet.
!SPP2 Über den MUX-Schalter SFP2 wird der SVGP (26V) mit AP2 verbunden
!SAX2 AF2 schließen, dadurch wird AP2 mit PBAT verbunden, Gleichtaktanbindung an PBAT
!SAX1 AF1 schließen, AP1 wird über AF1 mit MBAT verbunden und liegt jetzt bei ca. $-8V$ Potential, d.h. alle AP von BAT liegen jetzt definiert genau an den Grenzen des zulässigen Gleichtaktmessbereichs, mehr geht nicht.
!MUA2:1 Jetzt kann DUT-Spannung ($+34V$) korrekt gemessen werden, auch !MUA1:2 ist möglich
!RAX1 AP1 trennen von der externen Quelle
!RAX2 AP2 trennen von der externen Quelle, Gleichtaktanbindung abschalten
!RPP2 AP2 wieder hochohmig schalten

Bei der Gleichtaktanbindung von externen Komponenten an die SMMU muss die geeignete Anbindespannung und die Anbindung, fest oder geschaltet, an SVGN oder SVGP oder GND, für jeden Fall definiert und im Testablauf programmiert werden.

Die Y-Ausgleichsströme zwischen den Komponenten werden bei Gleichtaktanbindung über den SVGN vom dort eingebauten Strommessgerät der SMMU erfasst. Bei einer Anbindung über den SVGP, wird der u.U. bei notwendigen Strommessungen störende Y-Ausgleichstrom nicht mitgemessen, da an dieser Stelle kein Strommessgerät existiert.

17.5 Fazit

Wie unsere Erfahrung zeigt, existieren in der Praxis leider viele Testsysteme ohne Y-Anbindung und sogar ohne Gleichtaktanbindung, da von vielen „Fachleuten“ und Neueinsteigern in die Messtechnik die Potentialproblematik nicht ausreichend reflektiert wird.

Eine fehlende Y-Anbindung in Systemen mit herkömmlichen Relaismultiplexern ist meist tolerabel, bei der hoffentlich realisierten Gleichtaktanbindung fließt der Y-Ableitstrom jetzt zu 100% als Y-Ausgleichstrom durch das Prüfsystem, aber nur bei geschlossenem Relais. Beim Einschalten werden die Relaiskontakte und die Prüfelektronik elektrostatischen Entladungen ausgesetzt, der Verschleiß ist überproportional.

Eine fehlende Gleichtaktanbindung macht sich in der Praxis durch rätselhafte Messfehler oder Prüfversager bemerkbar. Dabei gilt, je höher der Eingangswiderstand des Systemvoltmeters (also hochwertiges System), desto schlimmer die Messfehler, bei kleinerem DVM-Eingangswiderstand ist die Anzahl der Prüfversager geringer, da der Y-Ausgleichstrom durch den geringeren Eingangswiderstand des DVM fließt, die Störspannung dadurch geringer wird. Ein niederohmiges (schlechteres) U-Messsystem liefert dann sogar weniger Ausschuss!

18 Anwendungen

18.1 Allgemein

18.1.1 Montage der SMMU-Leiterplatten in Stapeltechnik

Auf allen Leiterplatten befinden sich 4 Bohrungen (Durchmesser 3,2mm) zur Montage mit je 4 elektrisch leitenden Abstandsbolzen M3x20 mit Innen- und Außengewinde in Stapeltechnik.

Die Multiplexerkarten MUX275 werden ganz unten auf eine Metallplatte montiert, die extern zu erden ist. Jetzt folgen u.U. weitere MUX in Stapeltechnik. Die Leiterplatte CTL274 wird ganz oben über den MUX-Karten montiert.

Wichtig: Die 4 Befestigungsbohrungen auf den Leiterplatten dürfen nicht aufgebohrt werden, damit die Durchkontaktierungen nicht zerstört werden, welche die Erdableitung sicherstellen,.

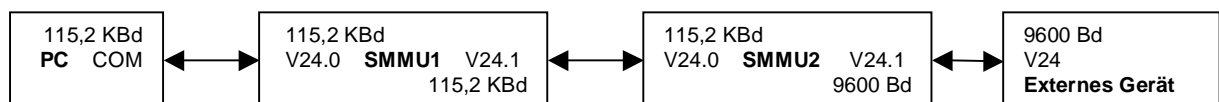
18.1.2 Steckzyklen der eingesetzten Steckverbinder

Die eingebauten Stecker sind vorgesehen für 100 Steckzyklen.

Wird der MUX-Stecker zum DUT häufig gesteckt, so empfiehlt sich, zur Schonung der Originalstecker einen Zwischenstecker vorzusehen, der nach xxx -maligem Stecken leicht austauschbar ist.

18.2 Schnittstellen

18.2.1 V24-Schnittstellenkaskadierung



Mit Hilfe der Schnittstellenkaskadierung kann der PC jedes Gerät in der V24-Kette anwählen und bedienen. Der PC ist mit SMMU1 verbunden; die Schnittstelle V24.1 kann definiert werden (Baudrate, Stopbits) und über die Schnittstellenkaskadierung an den PC geschaltet werden. Ist dort z.B. eine zweite SMMU angeschlossen, kann die Kaskadierung auch über die zweite SMMU hinweg erfolgen. Die Baudrate eines kaskadierten Gerätes darf nicht höher sein, sonst kann Datenverlust entstehen. Die PAS-Befehle funktionieren ohne Statusrückmeldung. Ein PAS muss am Ende immer komplett abgebaut werden, bevor eine neuer PAS-Aufbau erfolgen kann. Der Abbau einer PAS-Kombination ist immer möglich mit PAS-x, wobei x auch größer sein kann als die Anzahl der kaskadierten Systeme.

Befehl	Kommentar
!COM1152 ;1	Definiere Schnittstelle V24.1 in SMMU1 (115,2KBd, 1Stopbit)
!PAS1	die Befehle PAS sieren SMMU1 und erreichen SMMU2
!COM96;1	Definiere Schnittstelle V24.1 in SMMU2 (9600 Bd+1Stopbit)
!PAS-1	PAS1 komplett abbauen, jetzt erfolgt die Kommunikation PC wieder mit SMMU1
!PAS2	die Befehle PAS sieren SMMU1 und SMMU2 erreichen das externe Gerät ...
!PAS-2	PAS2 komplett abbauen, jetzt erfolgt die Kommunikation PC wieder mit SMMU1

18.2.2 Agilent 34401A

Das 6,5stellige Digitalmultimeter verfügt über eine V24-Schnittstelle. Der Datenaustausch funktioniert nur mit aktiven Handshakeleitungen, die in der CTL274B historisch nicht vorhanden sind. Um trotzdem arbeiten zu können, muss die CTL274B Schnittstelle V24.1 zum Agilent modifiziert werden: Pin6 an Stecker V24.1 muss potentialfrei werden und über einen 220Ω Widerstand mit Pin16 (+5Visolated) vom benachbarten Treiber ST 232CN verbunden werden. Der Anschluss zum Agilent erfolgt mit einem 1:1 Kabel. Die Befehle zum Agilent müssen vom Sender mit Pausen von 50ms generiert werden, weil das Agilent nach jedem Befehl eine Totzeit von bis zu 50ms benötigt. Es sperrt dazu die Schnittstelle über die Handshakeleitung, die wir nicht abfragen können. Kommt innerhalb der Totzeit ein neuer Befehl, quittiert Agilent mit ERROR, der Befehl wird nicht ausgeführt.

18.3 DUT-Versorgung

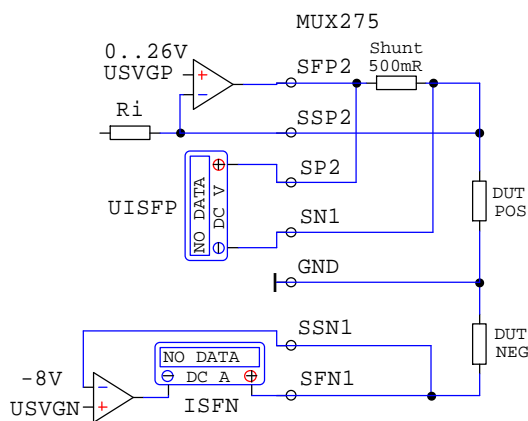
18.3.1 Prüfen mit Konstantstrom bis 400 mA

Der DUT liegt differentiell zwischen SFP und SFN. Die Spannung am Anschluss SFP wird von SVGP geregelt auf 1..26V. Das Potential der Stromsenke am Anschluss SFN schwankt je nach Belastung und Einstellung von +26V...-0,7V gegen Systemmasse. Der Stromregler kann nur ohmsche oder kapazitive Lasten regeln, eine Induktivlast ist nicht zulässig.

18.3.2 Prüfen mit Spannungen -2,3..+34V

Das ist der klassische Versorgungsbereich der asymmetrischen SMMU05. Der DUT wird differentiell versorgt: Geregelt positiv vom SVGP mit -2,3..26V und geregelt negativ vom SVGN mit 0V oder -8V.

18.3.3 Prüfen mit Dualspannungen



Wird die Systemmasse GND als DUT-Masse verwendet, kann der DUT mit pos. und neg. Spannungen versorgt werden. Der SVGP liefert 0..26V mit Stromgrenze ILIMIT, der SVGN liefert fix -8V mit Stromgrenze fix 470mA. Der positive Laststrom ISFP kann über den externen Shunt zwischen SFP2 und SSP2 erfasst werden, der vom SVGP kompensiert wird.

Zu beachten ist der spannungs- und bereichsabhängige Eingangsstrom (bis zu 240µA) des SSP-Anschlusses. Bei konstanter Spannung ist der Eingangsstrom konstant, der Shuntmessfehler kann rechnerisch korrigiert werden. Überschreitet der Spannungsabfall am Shunt bei Befehl !SSV etwa 400mV wird SupplySensefehler 14 ausgelöst.

Der Laststrom von DUTNEG kann über die normale Strommessung !MIA gemessen werden, das Vorzeichen ist zu invertieren.

Die Ansteuerung erfolgt durch folgende Befehlssequenz:

!SUP8000;400

+8V an SVGP einstellen mit 400mA ILIMIT, 0V an SVGN mit fix 470mA Stromgrenze

!CLR33

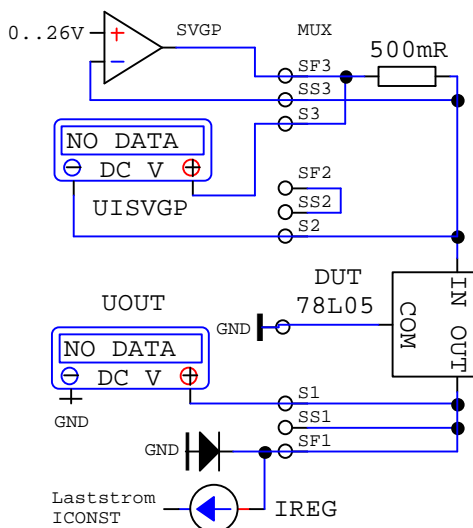
-8V an SVGN einstellen durch Löschen des internen Schalters 33 der SMMU

!SSV2:1

Spannungen ausgeben an MUX, AP2 hat +8V, AP1 hat -8V

Hinweis: Wird obige Schaltung am MINIPORT realisiert, wird DUTPOS immer direkt gespeist, da kein Schalter am SVGP MINIPORT-Ausgang vorhanden ist.

18.3.4 Prüfen mit positiver Spannung und Stromsenke



Ein positiver Spannungsregler z.B. 78L05 kann einfach getestet werden. Die Systemmasse wird als DUT-Masse verwendet, jetzt kann der DUT durch den SVGP mit positiven Spannungen 0..26V versorgt werden, gemessen wird mit !MUVxx.

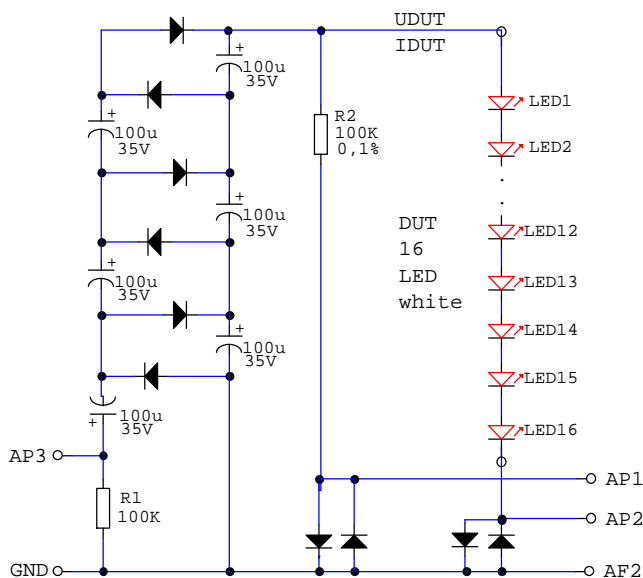
Mit dem Shunt zwischen SF3 und SS3 kann der positive DUT-Speisestrom erfasst werden; !MUA3:2 (siehe 18.7.9).

Gleichzeitig steht an SF1 die programmierbare Stromsenke IREG mit 0...400mA zur Verfügung. Damit kann der Ausgang des DUT statisch belastet werden, die Spannung UOUT wird gemessen mit !MUVxx oder !MUB1:-1 (Massemessung).

Zusätzlich kann der Wellengenerator vom SVGP aktiviert werden um die AC-Unterdrückung des Reglers zu messen. Mit Hilfe der Triggermessung können alle DC- und AC-Effektivwerte auch massebezogen gemessen werden.

18.3.5 Prüfen mit Spannungen über 34V

Mit Hilfe des Sinusgenerators der SMMU und einer externen Gleichrichter-kaskade können Prüf- oder Versorgungsspannungen größer als 34V erzeugt werden. Mit dieser Methode können z.B. Varistoren mit Spannungen bis zu 100V getestet werden. Abweichend vom Standard beschreiben wir hier eine Messanordnung unter Benutzung der Systemmasse GND, die an jedem DUT-Anschlussstecker zur Verfügung steht. Diese elegante Schaltungsart ermöglicht die gleichzeitige Verwendung des SVGP mit Sinusgenerator zur Erzeugung von UDUT gegen GND und des SVGN zur Stromkompensation nach GNDpotential, damit kann IDUT und UDUT sehr einfach erfasst werden. In einer alternativen Schaltung ohne Verwendung von GND, müsste UDUT über einen externen Spannungsteiler und IDUT über einen externen Shunt zum SVGN erfasst werden. Der Prüfling im Beispiel besteht aus 16 weißen LEDs in Serie (52V, 20mA), der Innenwiderstand der Kaskade von etwa 1100Ω wird als Vorwiderstand zur Strombegrenzung der LEDkette verwendet. Die Leerlaufspannung beträgt ca. 74V. Die Erzeugung von UDUT erfolgt über den SVGP mit



Sinusgenerator 250Hz, 13000mVp Amplitude und 13000mV Offset. Befehle: **!SUP13000;400**, **!WAV250;13000;13000;1** und **!SSV3:2**. Der SVGP mit Sinusgenerator an AP3 erzeugt UDUT über die Gleichrichter-kaskade gegen Systemmasse GND der SMMU. Der SVGN an AP2 hat 0V Ausgangsspannung und kompensiert AP2 auf GNDpotential, d.h. IDUT fließt nicht über die Schutzdiode nach GND, sondern komplett durch die Stromerfassung der SMMU. **!BIA6** und **!MIA** liefert IDUT=20mA. Die Messung von UDUT erfolgt mit **!SSV3:1**, der SVGN kompensiert jetzt AP1 auf GNDpotential. Mit **!BIA4** und **!MIA** messen wir einen Kompensationsstrom ICOMP von ca. 520µA. Die Rechnung $UDUT = I_{COMP} \times R_2$ liefert UDUT=52V. Die sich im Lastkreis befindende Schutzdiode von AP2 nach GND bedingt ohne aktive Kompensation einen Spannungsfehler am DUT von etwa 0,7V. Mit Schalter AF2 kann die Diode bei Bedarf überbrückt werden.

18.3.6 Unterschied zwischen ILIMIT und ICONST

Wenn ein Prüfling mit konstantem Strom versorgt werden soll, kann mit den Befehlen **!SIB** und **!SIP** die 1Quadranten-Konstantstromsenke am SVGN aktiviert werden. Sie arbeitet mit sehr hohem Innenwiderstand und sehr guter Konstanz des ausgegebenen Stroms **ICONST**.

Ein Konstantstrom kann auch realisiert werden über die einstellbare Strombegrenzung **ILIMIT** im 4Quadranten-Konstantspannungsbetrieb (**!SUP**). Der kleinste Wert wurde auf 30mA festgelegt, damit der Spannungsgenerator die Sollwerte im Leerlauf stabil einregeln kann. Der Stromgrenzwert **ILIMIT** ist jedoch erheblich ungenauer als der Konstantstrom **ICONST**. **ILIMIT** hat hohen Temperaturgang, erhebliche pos/neg Differenzen, er ist gedacht als DUT-Überstromschutz und ist nicht für Messzwecke geeignet.

18.3.7 Rückspeisung in USUPPLY

Rückspeisung in **USUPPLY** kann auftreten bei Anschluss einer

1. polaritätsgleichen externen Quelle mit einer Spannung >34V an **USUPPLY**
2. polaritätsgedrehten Quelle mit einer Spannung >12V an **USUPPLY**
3. Servo / Motorkombination an **USUPPLY**

Kombination 3 wirkt beim aktiven Bremsen des Motors über den Servo als rückspeisende Stromquelle.

Alle Positionen führen zu Spannungsüberhöhungen an internen Knoten, die das System beschädigen können.

18.3.8 Schneller Spannungswechsel am SVGP

Der Befehl **!SUP** setzt den Spannungsmodus der SVGs und verwaltet automatische Umschaltsequenzen zwischen den 4 Ausgabebereichen:

1.	-2300..0..+2300 mV	Bipolarbereich	mit SAVEPOWER	Offset USVGN 0V
2.	2301...10000 mV	Unipolarbereich	mit SAVEPOWER	Offset USVGN 0V
3.	10001...26000 mV	Unipolarbereich	ohne SAVEPOWER	Offset USVGN 0V
4.	26001..34000 mV	Unipolarbereich	ohne SAVEPOWER	Offset USVGN -8V

Jede Umschaltung der Ausgabebereiche erfordert Schaltzeit. Wenn eine Applikation ein schnelles und monotones Umschalten im Bereich 0...26V erfordert, muss eine Programmsequenz verwendet werden, die eine Umschaltung der Ausgabebereiche umgeht:

!RSV DUT abtrennen
!SUP11000;400 dummy Spannungsausgabe, Unipolarbereich, USVGP = 11V, USVGN = 0V, SAVEPOWER aus, ILIMIT 400mA
 Die gewünschte SVGP-Ausgangsspannung kann eingestellt werden mit 2 Low-Level-Sonderkommandos:
!SAN0;x x=0..26000mV SVGP-Ausgangsspannung, ohne Umschaltung des Ausgabebereichs
!SAN1;y y=30...400mA SVGP-Strombegrenzung ILIMIT
!SSV... Ausgabe an den DUT

Die Genauigkeit der Ausgangsspannung <100mV liegt bei ~ +-40mV. Zur Erhöhung der Ausgangsspannung kann der Offset des SVGN umgeschaltet werden zwischen 0V (!SET33) und -8V (!CLR33).

18.3.9 Umladen von Kapazitäten

Elektrolytkondensatoren und andere „dicke“ Kondensatoren, die sich ohne Entladeeinrichtung auf einem Prüfling befinden, müssen nach der Prüfung unbedingt entladen werden, um eventuelle Gefahren einer Hochstromentladung oder Multiplexerüberspannung nach einem Test zu unterbinden. Der folgende Ablauf zeigt die Entladung ohne einen externen Widerstand mit Hilfe der internen Speisespannungsgeneratoren.

!SUP34000;400 setze USUPPLY 34V mit ILIMIT 400mA (USVGP = 26V, USVGN = -8V)
!SSV2:1 USUPPLY auf MUXAP 2 und 1 legen, Elko direkt laden, warten bis voll...
 Prüfung... , danach Elko entladen
!SAN0;0 setze SVGP-Ausgangsspannung auf 0V, SVGN behält Offset -8V
 SAVEPOWER bleibt ausgeschaltet, Unipolarbereich bleibt aktiv
!MUA2:1... UEIko messen und warten bis Spannung 18V unterschritten, dann weiter...
!SET33 setze SVGN auf Offset 0V
!MUA2:1... UEIko messen und warten bis Spannung 0,1V unterschritten, dann weiter...
!SUP0;400 setze USUPPLY auf die gewünschte Zielspannung
!RSV Multiplexer ausschalten

18.3.10 Abschalten der DUT-Versorgung

Nach Testende soll die Versorgung des DUT abgeschaltet werden:

Wurde der DUT mit konstanter Spannung versorgt, erfolgt die Abschaltung durch Öffnen der DUT-Multiplexer mit dem Befehl: **!RSV**. Danach wird der Prüfling nicht mehr mit Spannung versorgt. Die zuvor eingestellte Spannung steht intern am Messbus noch an.

Wurde der DUT mit konstantem Strom versorgt, soll die Abschaltung durch Öffnen der DUT-Multiplexerschalter mit dem Befehl **!RSV** erfolgen, zusätzlich soll der Strom intern auch auf 0 programmiert werden, um unnötige Verlustleistung einzusparen (Befehl **!SIB** oder **!SIP**).

Memo: Ein Konstantstrom fließt bei unterbrochenem DUT-Stromkreis intern über die Clampdiode weiter!

18.4 MUX275

18.4.1 Setzen von Kurzschlusskombinationen im MUX

Durch die freie Programmierbarkeit der MUX275 Karten können Kurzschlussituationen programmiert werden. Befehlsfolgen wie !SPP1 und !SPN1 schließen den USUPPLY-Versorgungsteil auf der SMMU05 kurz, es fließt dann der programmierte Maximalstrom ILIMIT, der jedoch keinen Schaden anrichten kann.

Vorsicht ist geboten beim Schalten von externen Komponenten. Hier sind die Kurzschlusspfade und die zu erwartenden Ströme unbedingt im Vorfeld zu klären und gegebenenfalls zu begrenzen.

18.4.2 AF-Schalter

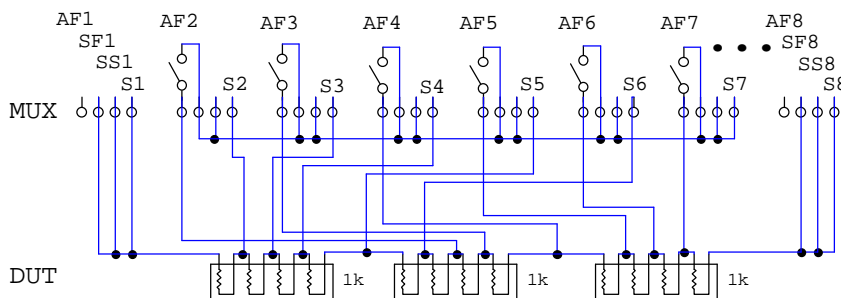
Über die AF-Schalter können unter Kontrolle des Testprogramms externe Geräte und Bauteile an den Prüfling angeschlossen werden. Gedacht ist hier z.B. an Programmiergeräte, zusätzliche Stromversorgungen, Buskonverter, Messgeräte, Shuntwiderstände...

Externe Quellen über 26V sollen grundsätzlich allpolig über AF-Anschlüsse angeschlossen werden.

Bei Bedarf können geladene Kondensatoren im Prüfling über die AF-Schalter und einen externen Widerstand schnellentladen werden, um die Prüfzeit zu verkürzen.

AF-Schalter können auch verwendet werden, um den Prüfling digital zu stimulieren. Offene AF-Anschlüsse können mit Spannungen bis zu +34V gegen GND belastet werden.

18.4.3 Zusatzmultiplexer mit AF-Schaltern



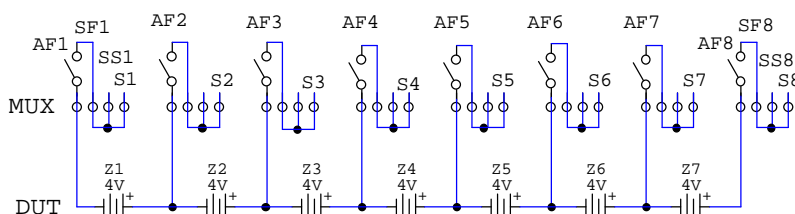
Betrachtet wird hier der Fall, dass ein MUX mit 8AP zur Verfügung steht, es sollen jedoch 2 Einspeisepunkte und 11 zusätzliche DUT-Spannungen gemessen werden. Die Versorgung des DUT erfolgt über die zwei komplett verschalteten AP1 und AP8 (Anschlüsse SF-SS-S), die Einspeisespannung kann gemessen werden (!MUVxx oder

!MUA8:1). Zur Messung von 5 weiteren DUT-Spannungen werden die S-Anschlüsse S2..6 verwendet. Anschluss S7 ist verbunden mit SF2..7 und SS2..7, die 6 Anschlüsse AF2..7 stehen somit als Zusatzgänge (Multiplexer) zur U-Messung zur Verfügung. Über S7 als Wurzel des Zusatzmultiplexers kann gemessen werden.

Zu beachten ist, dass bei dieser Anschlussart Prüfungen nur im Modus *Funktionstest* erfolgen können:

Incircuit-Tests sind nur an komplett verschalteten AP wie z.B. der DUT-Einspeisung möglich. An den nur partiell verschalteten AP der anderen DUT-Anschlüsse sind *Incircuit-Tests* nicht möglich, da die integrierten Kontaktierkomparatoren automatisch AP-Anschlussfehler melden und der Test dann abgebrochen wird.

18.5 Anschluss von Batterien an AF



Akkupacks, Batterie- oder Fotozellenstapel bis 34 V können geladen, entladen, gemessen und balanciert werden. Die Handhabung erstreckt sich auf einzelne Zellen oder zusammenhängende Zellcluster bis 24V. Die Anschaltung erfolgt immer allpolig über die AF-Anschlüsse.

Laden von Z1..6 ($\Sigma U = 24000\text{mV}$) mit 400mA, max. 26V !SIP400; ΣU !SSV7:1 !SAX1 !SAX7

die Ladeendspannung (ΣU) ist leicht vom Stromwert abhängig (Diodenkennlinie)

dabei Zellspannung UZ1 messen ohne Ladestrom !SIP0; ΣU !SAX1 !SAX2 !MUA2:1

vor einem Zustandswechsel alle AF-Schalter öffnen !RAX1 ... 8

danach Laden beenden !RSV !SIP

Entladen Zelle Z3 mit 100mA !SIP100;1000 !SSV3:4 !SAX3 !SAX4

diese Befehlsfolge verkraftet Summenzellspannungen bis 24V

dabei Zellspannung UZ3 überwachen !MUA4:3

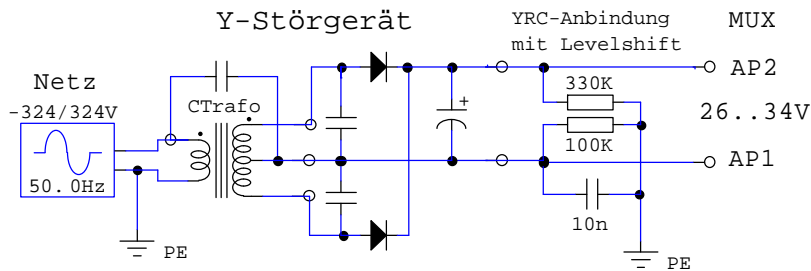
bei Entladeschluss, die Entladung manuell beenden !RAX1 ... 8 !RSV !SIP

Sequenzende

18.6 Anschluss von externen Quellen direkt an AP

Der Anschluss von externen Quellen bis 26V direkt an die AP ist problemlos möglich.

Für Systemspezialisten: Externe Spannungen von 26..34V dürfen nur mit einem Kniff direkt an die AP des



MUX angeschlossen werden. Bedingt durch die asymmetrische SMMU muss das YRC-Ableitnetzwerk zusätzlich noch Levelshiftfunktion erfüllen, damit der MUX im offenen Zustand nicht übersteuert wird. Bei 34V Quellspannung liegt AP1 jetzt etwa an -8V und AP2 an 26V gegen PE. MUX275 ist problemlos anschließbar. Die an der Ableitung verbleibende Y-Störrestspannung von max. $\pm 4V_p$ ist

an den AP überlagert. AP1 kann im Bereich -12...-4V und AP2 von +22...+30V schweben. Zur Spannungsmessung muss die Gleichtaktanbindung an die Systemspannung -8V oder +26V erfolgen.

!BUA7 Spannungsmessbereich für DUT definieren ($\pm 34V$)

!SUP34000;30 SMMU DUT-Versorgung als U-Quelle mit 34V und 30mA Begrenzung einstellen
der hier zur Anbindung verwendete SVGP hat +26V Potential gegen GND
SVGN hat -8V Potential, er wird hier nicht verwendet.

!SPP2 Über den MUX-Schalter SFP2 wird AP2 mit PBAT direkt mit dem SVGP (26V) verbunden (Gleichtaktanbindung), MBAT liegt jetzt bei ca. -8V Potential, d.h. alle AP von BAT liegen jetzt definiert genau an den Grenzen des zulässigen Gleichtaktmessbereichs, mehr geht nicht.

!MUA2:1 Jetzt kann DUT-Spannung korrekt gemessen werden, auch !MUA1:2 ist möglich

!RPP2 Gleichtaktbezug wieder abschalten

18.7 Messungen

18.7.1 Eingangswiderstand der Senseanschlüsse

Jeder auf den Messbus durchgeschaltete Senseeingang S (Messeingang) hat während der Spannungsmessung innerhalb des Gleichtaktspannungsbereichs gegen Systemmasse einen Eingangswiderstand von etwa $2,2G\Omega$. Der Kapazitätsbelag ist dabei abhängig von der Anzahl der im System eingesetzten Oktal-Multiplexer. Nicht durchgeschaltete Messeingänge S_x sind sehr hochohmig.

18.7.2 U-Messung an hochohmigen Quellen

Der differentielle Messverstärker der SMMU hat in allen Messbereichen den sehr hohen Eingangswiderstand von $2,2G\Omega$ gegen Masse, $4,4G\Omega$ differentiell. Damit kann theoretisch auch an hochohmigen Quellen korrekt, ohne nennenswerte Belastung gemessen werden.

In der Praxis gibt es Einschränkungen durch den Multiplexbetrieb des Messsystems. Interne Kapazitäten im Messsystem müssen bei Messaufruf geladen werden, bei hohen Quellwiderständen ($>100K\Omega$) können geringe Messfehler entstehen.

Die kapazitive Belastung des DUT in den Spannungsmessbereichen BUA1..4 ist höher als in den restlichen Bereichen BUA5..7, da bei Spannungsmessung !MUA durch ein spezielles Verfahren die Gleichtaktunterdrückung erhöht wird.

Die Triggermessung !MUB wendet das Verfahren zur Erhöhung der Gleichtaktunterdrückung generell nicht an, die kapazitive Belastung des DUT ist deshalb geringer.

18.7.3 Schnelle zyklische Messungen

Bei bestimmten Projekten besteht die Forderung nach schnellen zyklischen Messungen im Funktionstest (~200 Messungen/s), wobei zwischendurch DUT-Stimuli ausgegeben werden sollen.

Auf Anfrage sind spezielle U- und I-Triggermesssequenzen mit Sonderbefehlen erhältlich. Alle Messstellenmultiplexer bleiben während der Messsequenz aktiv und sind zusätzlich frei umschaltbar.

18.7.4 Prüfen auf Hochohmigkeit bis 100MΩ

Bis 1MΩ

1. Anwahl Widerstandsbereich 1MΩ, UDUT bis 12V **!BRO12**
2. direkte Messung **!MRO{p}:{n}**

Bis 2MΩ

1. Anwahl RDiodensperrbereich 2MΩ, UDUT bis 24V **!BDS2**
2. direkte Messung **!MDS{p}:{n}**

Bis 100MΩ

1. Anwahl Konstantspannung 34V mit Limit 30 mA **!SUP34000**
2. Spannungsmessbereich +-34V anwählen **!BUA7**
3. passenden Strommessbereich z.B. +-2μA anwählen **!BIA1**
4. Triggermessparameter setzen **!DWR... (*)**
5. Nullstrommessung **INULL** mit langer Integrationszeit **!MIB**
6. Spannungsausgabe für DUT an MUX275 **!SSV{p}:{n}**
7. Spannungsmessung UDUT mit langer Integrationszeit **!MUB{p}:{n}**
8. Strommessung IDUT mit langer Integrationszeit **!MIB**
9. Rechnen $IDUT := IDUT - INULL$
10. Widerstand berechnen **RDUT** = UDUT / IDUT

(*) Die Triggermessparameter für !MUB und !MIB müssen komplett gesetzt werden.

Der Strommessbereich BIA1 ist sehr empfindlich, SMMUinterne Offsetströme werden mit **INULL** erfasst und durch Rechnung korrigiert, Brummfehler werden durch die Integrationszeit unterdrückt, die immer ein Vielfaches der Netzperiode betragen soll.

18.7.5 I-Messungen mit externem DAM

Soll ein Strom z.B. für Abgleichzwecke, hochpräzise gemessen werden, empfiehlt sich eine Messung über ein externes DAM, das für die nahtlose Integration in das Prüfsystem über eine V24-Schnittstelle verfügen muss. Das externe DAM wird angeschlossen an Schnittstelle V24.1.

Befehlssequenz Steuer-PC:

1. **!PAS1** aktiviere V24-Schnittstelle V24.1 für das DAM
2. jetzt erfolgt PC-gesteuert die komplette DAM-Messung über V24 Kommunikation
3. **!PAS-1** V24-Schnittstellenkaskadierung wieder abbauen

18.7.6 U-Messung mit externem DVM

Sollen Spannungen z.B. für Abgleichzwecke, hochpräzise gemessen werden, empfiehlt sich die Messung mit einem externen DVM, das für die Integration in das System über eine V24-Schnittstelle verfügen muss (z.B. Agilent 34401A). Das externe DVM wird angeschlossen an Schnittstelle V24.1, die 2 Spannungsmesseingänge an MINIPORT SP0 und SN0. Der komplette Sense-Multiplexer des SMMU-Systems kann jetzt für das externe DVM verwendet werden.

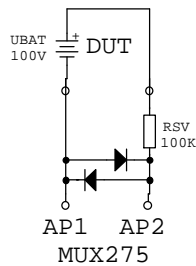
Das externe DVM sieht bei dieser Anschlussart in jeder Zuleitung einen 2,2KΩ Vorwiderstand vom SMMU-Multiplexer, der dadurch entstehende Messfehler durch den endlichen Innenwiderstand des DVM kann im SteuerPC rechnerisch ausgeglichen werden.

Die Befehlssequenz des Steuer-PC lautet:

1. **!PNS{p}:{n}** zu messende DUT-Spannung am MUX275 Eingang Sense p und n statisch anwählen
2. **!SET105** Setze systeminterne MINIPORT-Schalter ENDMS (EnableDUTMiniportSense)
3. **!PAS1** aktiviere V24-Schnittstelle V24.1 für das DVM
4. ... jetzt erfolgt PC-gesteuert die komplette DVM-Messung über V24 Kommunikation
5. **!PAS-1** V24-Schnittstellenkaskadierung wieder abbauen
6. **!CLR105** MINIPORT-Senseleitungen wieder hochohmig schalten
7. **!PNR** Sensepins auf allen MUX275 abschalten

18.7.7 U-Messung von hohen Spannungen

DUT= Batterie mit 100V

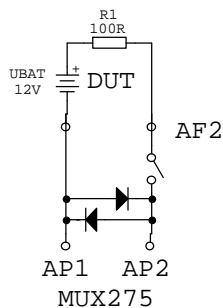


Sollen höhere Spannungen als 34V gemessen werden, scheidet eine direkte Messung aus. Die Verwendung eines externen Teilers mit 2 Widerständen kann das Problem lösen, schafft aber Eichprobleme. Der Einbau eines präzisen Vorwiderstands RSV mit 2 Schutzdioden in das Prüfsystem ermöglicht eine einfache und hochgenaue U-Messung, wenn die Fähigkeit der SMMU zur Stromkompensation eingesetzt wird. Nebestehende Schaltung ist angeschlossen am MUX275. AF-Schalter können nur bei Spannungen bis ca. 34V eingeschleift werden. Die Messung von UBAT erfolgt mit folgendem Befehlsablauf:

!SUP0;50 USUPPLY auf 0V und ILIMIT auf 50mA setzen
!SSV1:2 USUPPLY anschalten an MUX AP1 positiv und AP2 negativ
!BIA3 Strommessbereich 200µA wählen
!MIA Strommessung ICOMP=+100µA, Rechnung: $UBAT = ICOMP \times RSV$

18.7.8 I-Messung von externen Strömen ohne Shunt

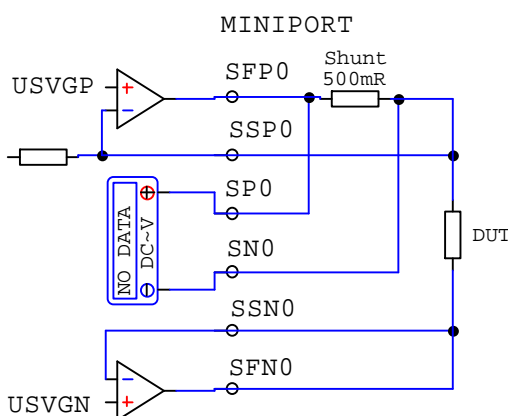
DUT= Batterie mit Widerstand 100Ω



Diese Anschaltung erlaubt externe Strommessungen bis ±400mA ohne Shunt an einem Prüfling mit Netzteil, Akku oder Supercap bis +26V. Mit Schalter AF2 kann der DUT geschaltet werden. Die 2 Schutzdioden sind als Teil des Prüfsystems einzubauen. Der Innenwiderstand des SMMU-Strommesssystems ist in allen Bereichen NULL Ohm; erst wenn der ILIMIT-Grenzwert überschritten wird, steigt der Innenwiderstand. Das System misst extern eingepreßte Ströme durch Stromkompensation zwischen 2 beliebigen DUT-AP mit folgendem Befehlsablauf:

!SUP0;200 USUPPLY auf 0V und ILIMIT auf z.B. 200mA setzen
!SSV1:2 ausgeben an MUX AP1 positiv, AP2 negativ
!SAX2 Schalter AF2 schließen, DUT einschalten
!BIA6 Strommessbereich z.B. 200mA wählen
!MIA Strommessung IDUT=+120mA

18.7.9 Strommessung am SVGP durch externen Shunt mit Shuntkompensation



Der SVGP in der SMMU verfügt über kein Strommessgerät. Ein externer Shunt kann durch den SVGP kompensiert werden, dadurch entsteht am DUT kein Spannungsfehler.

Zu beachten ist der spannungs- und bereichsabhängige Eingangsstrom (bis zu 240µA) des SSP-Anschlusses. Bei konstanter Spannung ist der Eingangsstrom konstant, der Shuntmessfehler kann rechnerisch beseitigt werden. Überschreitet der Spannungsabfall am Shunt bei Befehl !SSV etwa 400mV wird SupplySensefehler (Error 14) ausgelöst. Im Beispiel am MINIPORT wird über den externen Shunt zwischen SFP0 und SSP0 der Laststrom ISFP erfasst. Der Gleichtaktspannungsbereich an jedem Shuntanschluss von -8..+26V muss im Betrieb eingehalten werden, sonst entstehen Messfehler.

18.7.10 I-Messung mit externen Shunts

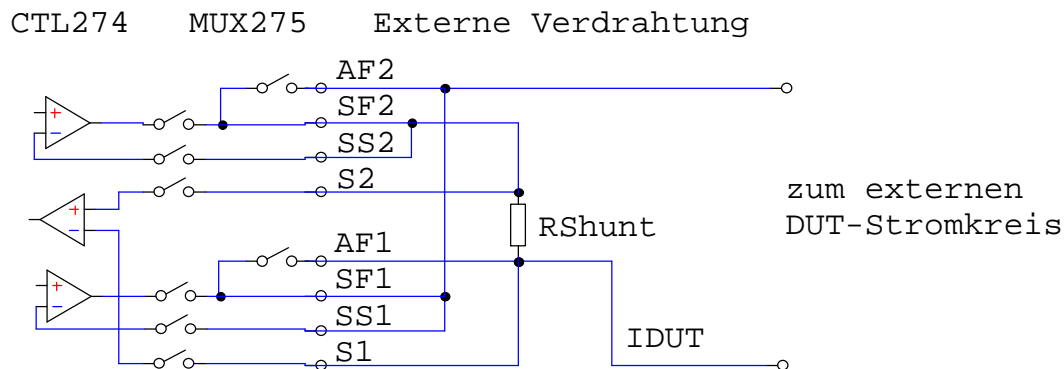
Sollen beliebige externe Ströme gemessen werden, können externe Shuntwiderstände zur Umwandlung der Ströme in Spannungen eingesetzt werden.

Der Widerstand des externen Shunts kann vor dem Start des Funktionstests vom Tester ausgemessen werden; zur ungestörten Messung trennt ein AF-Schalter den Shunt einseitig vom DUT-Kreis ab. Damit der DUT im Funktionstest ungestört vom Shunt laufen kann, kann der Shunt von einem zweiten AF-Schalter überbrückt werden. Nach dem unterbrechungsfreien Einschleifen des Shunts unter Prüfsoftwarekontrolle in den zugehörigen Stromkreis kann über eine normale Spannungsmessung am externen Shunt der fließende Strom errechnet werden.

Diese Methode hat den Vorteil, dass auch mit ungenauen Shuntwiderständen jederzeit eine korrekte Messung von externen Strömen zu erzielen ist.

Der DUT-Stromkreis kann mit dieser Methode auch noch ein-/ausgeschaltet werden.

Damit ein Plauertest ungestört ablaufen kann, ist die 2-Leitertechnik mit Befehl !SLT2 anzuwählen.



Die Messeingänge S1 und S2 sowie die 2 stromführenden Zuleitungen an den RShunt sind zur Erzielung einer hohen Genauigkeit in 4-Leitertechnik anzuschließen. Jeder Shuntwiderstand im System belegt 2 Anschlusspunkte.

j	AF2	AF1	Kommentar
0	offen	Offen	Grundzustand nach PowerUp, Zustand im Plauertest, DUT-Stromkreis offen
1	offen	Zu	AF1 kontaktiert RShunt für die R-Messung, der externe Stromkreis wird dabei kurzgeschlossen, AF2 trennt RShunt einseitig vom DUTkreis, jetzt kann RShunt vom Prüfsystem ausgemessen werden
2	Zu	offen	AF1 macht keinen Kurzschluss über RShunt, AF2 leitet den zu messenden Strom über RShunt, jetzt kann der extern über RShunt fließende Strom als Spannung gemessen werden
3	Zu	Zu	In diesem Zustand können z.B. weitere Funktionstests erfolgen, RShunt ist kurzgeschlossen und damit der DUTstromkreis optimal niederohmig.

18.7.11 Zeitstempel und Wegzähler

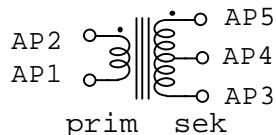
Bei ICT-Messungen und den Analogmessungen !AIN4, 5, 6, 7, 9, 15, !MUA und !MIA wird Zeitstempel1 mit einer Auflösung von 1ms aktualisiert, gleichzeitig wird der AB4-Wegzähler zwischengespeichert. Die Zwischenspeicher können gelesen werden mit den Befehlen !TSP2 und !CNT2. Damit können Analogwerte zeit- und wegbezogen weiterverarbeitet werden, z.B. zur Erstellung einer Potentiometerkennlinie. Zeitstempel1 schleift von 0...32767.

Bei den Triggermessungen !MUB und !MIB wird Zeitstempel2 mit einer Auflösung von 100µs aktualisiert, gleichzeitig wird der AB4- Wegzähler zwischengespeichert. Die zwischengespeicherten Werte können aus dem Ergebnisdatenblock ausgelesen werden. Zeitstempel2 schleift von 0...65535.

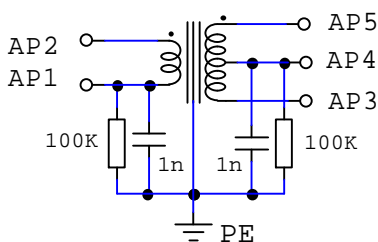
18.7.12 Transformatoren

Transformormessungen mit Sinusspeisung können im Frequenzbereich des Wellengenerators erfolgen. Leerlaufstrom (mit Berechnung der Mantelinduktivität), Isolation bei Spannungen bis 34V und Übersetzungsverhältnis lassen sich einfach bestimmen. Phasenmessungen stehen auf Anfrage zur Verfügung. Der Transformator wird primärseitig vom Wellengenerator des SVGP versorgt. Die Sekundärseite muss zur korrekten Spannungsmessung gleichtaktmässig z.B. an das Systempotential GND angebunden werden. Die Spannung zwischen AP4/3 oder AP4/5 darf $\pm 8V_p$ nicht überschreiten, sonst wird die negative Maximalspannung des Messsystems überschritten.

Kleiner Trafo



Grosser Trafo



Primärwicklung im Bipolarbereich ohne Gleichspannungsanteil versorgen:
!SUP0;400 Speisespannung 0mV mit 400mA Stromgrenze
!WAV100;1414;0;1 Wellengenerator 100Hz, 1414mVp, Offset 0mV, Sinus

!SSV2:1 SVGP anschalten an Primär AP2 Sinus, AP1 SVGN hat 0mVDC
 Triggermessung Preset vorbereiten...

!MUB2:1 Triggermessung: Effektivwert der Primärspannung messen

!SPN4 verbinde AP4 mit SVGN, Sekundäre Gleichaktanbindung an GND

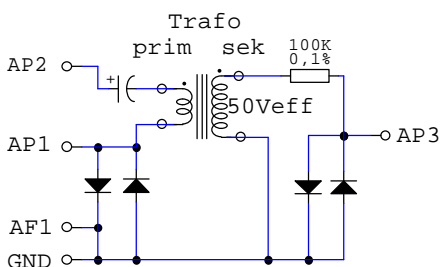
!MUB4:3 Triggermessung: Effektivwert der Sekundärwicklung3-4 messen

!MUB4:5 Triggermessung: Effektivwert der Sekundärwicklung4-5 messen

Die Erdung des Kerns wirkt wie eine kapazitive Y-Ableitung, meist kann auf zusätzliche Ableitungen verzichtet werden. Kleine Trafos, die im Prüfsystem keinen Einstreuungen ausgesetzt sind, können deshalb ohne Y-Ableitung an den MUX-AP angeschlossen werden.

AP1 und AP4 mit den optionalen Y-Ableitnetzwerken werden beim Test zur Gleichaktanbindung mit dem kalten SVGN verbunden. Soll die Isolation zwischen Primär- und Sekundärwicklung überprüft werden, muss die Y-Ableitung entfallen.

Folgende Trafoanschlusung ermöglicht das Messen des Trafoprimärstroms und höheren Sekundärspannungen als $\pm 8V_p$. Der Kondensator vor der Primärwicklung trennt den Gleichspannungsanteil der Speisung ab, das erlaubt die Speisung des Trafos im Unipolarbereich, damit sind AC-Amplituden bis zu 13Vp möglich. Die Anbindung der Trafosekundärwicklung erfolgt über Dioden direkt an GND der SMMU, das ist die Gleichaktanbindung.



Unipolarbereich mit DC-Anteil einstellen:

!SUP13000;400 13000mVDC mit 400 mA Stromgrenze

!WAV50;13000;13000;1 50Hz, 13000mVp, Offs. 13000mV, Sinus

!SSV2:1 SVGP an AP2 Primär Sinus, AP1 SVGN: 0mVDC

Triggermessung Preset vorbereiten...

!MUB2:1 Triggermessung Ueffprim

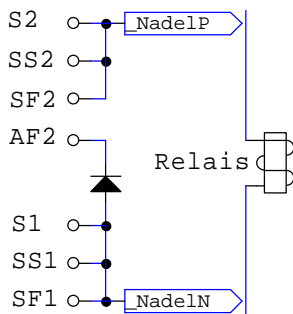
!MIB Triggermessung Ieffprim

!SSV2:3 Sinus an AP2 legen, AP3 auf GND kompensieren

!SAX1 Schalter AF1 schließen, damit AP1 auf GND legen, damit die Primärspeisung gegen GND weitergeht. Der SVGN (0mV)

kompensiert AP3 auf GND-Potential, damit kann der über den 100KΩ Messwiderstand fließende Kompensationsstrom mit der Triggermessung erfasst werden. Die Sekundärspannung wird berechnet... Ein Isoliertest primär/sekundär ist in dieser Schaltung nicht möglich.

18.7.13 Relaispule



Die Ansteuerung im Spannungsmodus ist problemlos, der Konstantstrommodus darf nicht verwendet werden, da er nicht für Induktivlast ausgelegt wurde. Eine extern vorzusehende Freilaufdiode soll die Induktionsspitze beim Abschalten verhindern. Wenn die Freilaufdiode über einen AF-Schalter zuschaltbar eingebaut wird, kann der Plauscheck ungestört ablaufen.

!SUP12000;300

Spulenspannung 12V, 300mA Stromgrenze

!SAX2

Schalter AF2 schließen für aktive Freilaufdiode

!SSV2:1

Relaisspule einschalten (AP2 ist Pluspol)

!RSV

Relaisspule ausschalten...

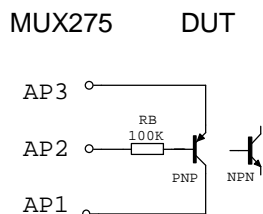
!RAX2

Mit abgeschalteter Freilaufdiode kann die Spule über den Wellengenerator auch mit AC-Spannung versorgt werden, um den AC-Strom zu messen. Berechnet werden kann der Scheinwiderstand: $X_L = u_{aceff} / i_{aceff}$.

18.7.14 Transistoren

18.7.14.1 Gleichstromverstärkung von Bipolartransistoren

Eine Spannung von z.B. 5,6V wird zwischen Emitter und Kollektor des Transistors (DUT) angelegt. Aus dieser Spannung wird, über den externen Widerstand R_B , der Basisstrom für den DUT erzeugt, $I_B = 5,6V - 0,6V / 100K$ $I_B = 50\mu A$. AP2 ist schaltbar auf Emitterpotential, dann muss der DUT sperren. Das Schalten von AP2 auf Kollektorpotential aktiviert den Basisstrom. Der Gesamtstrom steigt jetzt auf $I_{SUPPLY} = I_B * (1 + B)$. Die Gleichstromverstärkung ist $B = (I_{SUPPLY} / I_B) - 1$. Der folgende Messablauf gilt für npn-Transistoren:



!SUP5600;50

wähle Speisespannung 5,6V für DUT mit ILIMIT 50mA

!SSV3:1

Speisung anschalten an AP3 (pos) und AP1 (neg)

!BIA6

Strommessbereich 200mA anwählen

!SPP2

schalte AP2 an das positive Potential der Speisung

!MIA

DUT soll sperren, Strommessung ISUP, kein Strom = ok

!RPP2

schalte AP2 wieder hochohmig HIZ

!SPN2

schalte AP2 an das negative Potential der Speisung

!MIA

DUT soll leiten, Strommessung ISUP = $I_B \times B$

!RPN2

schalte AP2 wieder hochohmig HIZ

!RSV

Speisung abschalten

18.7.14.2 Test von Feldeffekttransistoren

Um Feldeffekttransistoren (Anreicherungstyp) testen zu können, gibt es 2 Ansätze:

1. **Sperrzustand:** Gate-Source kurzschließen, dann eine Spannungsquelle mit Strombegrenzung an Drain-Source anlegen und den Strom messen
Leitzustand: Gate-Drain kurzschließen, dann eine Stromquelle an Drain-Source anlegen und daran die Spannung messen. Gemessen wird die Pinch-Off-Spannung des FET.
2. Die Gate-Sourcespannung des zu testenden FETs wird bereitgestellt durch einen externen Kondensator, der auf die gewünschte Spannung U_{GS} vorgeladen wird. Anschließend kann die U/I-Kennlinie der Drain-Source-Strecke ausgemessen werden. Externe Netzteile sind auch zur Vorgabe der GS-Spannung einsetzbar.

18.8 Ideen

18.8.1 Heizung mit einer SMMU05

Im Labor haben wir die typische Reaktion der SMMU05 auf Temperaturänderungen ausgemessen. Ein Gerät wurde zusammen mit einem Ventilator in eine Isolierzelle gepackt. Die Heizung wurde durch Konstantstromausgabe der SMMU realisiert. Der externe PC regelt die Zelltemperatur über die Messung der CPU-Temperatur und Vorgabe des Stromsollwertes. Folgende Anweisungen sorgen für Wärmeentwicklung in der Zelle:

!SIP400;26000 volle Heizleistung vorbereiten: 400mA ICONST bei maximal 26V
Ohne Last wirken intern nur $12V \times 0,4A = 4,8Watt$ Verlustleistung

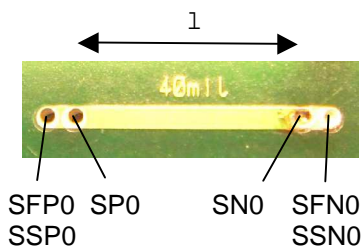
!SET135 setze internen Schalter DISDUTU für Kurzschluss der Speisequelle, damit wird die volle Heizleistung am Kühlkörper aktiviert ($42V \times 400mA = 16,8Watt$)

18.8.2 Ansteuerung von Schrittmotoren

Schrittmotoren, angeschlossen am DUT-Stecker von MUX275 können über die Befehlsfolgen !SUP, !SPP, !RPP, !SPN und !RPN mit Taktraten bis zu 150Hz angesteuert werden. Reicht der Spitzenstrom von 400mA nicht aus, um den Motor zu takten, kann am MINIPORT ein Stützkelko an die SF-Pins angeschlossen werden, der mit Schalter ENDMF (!SET106) zugeschaltet werden kann. In Endposition (Stillstand ohne Versorgung) die Wicklungen z.B. mit den AF-Schaltern kurzschließen, dann wird das niedrige Haltemoment verbessert. USUPPLY ist jetzt wieder frei für Testzwecke am DUT. Schrittmotoren können auch über freie SPS-Ausgänge bewegt werden, hier ist immer das volle Haltemoment vorhanden. Die Position des Schrittmotors kann mit einem Drehgeber über den AB4-Zähler am Stecker AUXIO erfasst werden. Das Motorgehäuse soll zur Schirmung geerdet werden.

18.8.3 Cu-Schichtdicke einer LP ermitteln

Mit Hilfe einer Teststruktur kann der Bahnwiderstand und damit die Dicke d der Kupferschicht bestimmt werden. Die Teststruktur besteht aus einer $B = 40mil$ (~1mm) breiten Leiterbahn der Länge $l = 400mil$ (10,16 mm) mit 4 Bohrungen 0,8mm. Zur Widerstandsmessung wird die Teststruktur z.B. am MINIPORT in 4-Leitertechnik angeschlossen. Die Messung erfolgt mit den Befehlen !BRG2 und !MRG.



Der spezifische Widerstand ρ von Cu beträgt etwa $0,017\mu\Omega m$.

Die SMMU misst den Widerstand R der Strecke $l = 4,7m\Omega$.

Die Dicke der Kupferschicht beträgt $d = l * \rho / R * B$

$$d = 36\mu m$$