

Bedienungsanleitung

**Hochspannungsnetzgerät der Geräteklasse
HPS, 6 kW, 19“**



Allgemeine Hinweise

Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung zu lesen.

Um mögliche Schäden vom Benutzer abzuwenden, ist es untersagt das Gehäuse zu öffnen! Im Gerät befinden sich keine vom Benutzer zu wartenden Teile.

Der Netzanschluss ist mit Basisisolierung und Schutzleiter ausgeführt. Das Gerät darf nur mit angeschlossenem Schutzleiter (PE) betrieben werden!

Wir lehnen jede Haftung für Schäden und deren Folgen, die beim unsachgemäßen Einsatz unserer Geräte entstehen können, ab.

Für Fehler in dieser Bedienungsanleitung wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte und technische Änderungen vorbehalten!

Warnung! Die Nichtbeachtung der Hinweise im gekennzeichneten Text „Warnung!“ kann zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen.



Achtung! Hinweise im gekennzeichneten Text „Achtung!“ beschreiben Maßnahmen, um mögliche Sachschäden zu vermeiden.



Hinweis! Hinweise im gekennzeichneten Text „Hinweis!“ machen auf Besonderheiten, z.B. einzelner Optionen, aufmerksam.



Revision: 2018-04-05_deu

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	7
2	Technische Daten	8
2.1	Gerätekategorie	8
2.2	Beschaltung Hochspannungsausgang	9
2.3	Maße	10
3	Gerätebeschreibung	11
4	Funktionsbeschreibung	12
4.1	Betriebsüberwachung	12
4.2	Betriebszustände	12
4.3	Spezielle Funktionen	13
5	Anschlussbelegung	15
5.1	Netzanschluss	15
5.2	HV-Anschlüsse	16
5.3	Rückleiteranschluss	16
5.4	USB-Anschluss	16
5.5	IL-Anschluss	16
5.6	CAN-Anschluss	16
5.7	IEEE 488-Anschluss	16
5.8	Ethernet-Anschluss	16
5.9	AIO-Anschluss	16
5.10	SPS-Anschluss	16
6	Manuelle Frontplattenbedienung (optional)	17
6.1	Anzeigen	17
6.2	Menü	18
7	Fernsteuerung über Schnittstelle	19
7.1	Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle	19
7.2	Beschreibung der CAN Schnittstelle	20
7.3	Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle	21
7.4	Beschreibung der Ethernet-Schnittstelle	22
7.5	Beschreibung der AIO-Schnittstelle	25
7.6	Beschreibung der SPS-Schnittstelle	27
8	SCPI-Befehlssatz mit EDCP	30
8.1	Einleitung	30
8.2	Ausgabeformate für Spannung und Strom	32
8.3	Kanal-Status (Lesezugriff)	34

8.4	Kanal-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)	35
8.5	Modul-Status (Lesezugriff)	36
8.6	Modul-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff).....	36
9	Weitere Befehlssätze	37
10	Fehlersuche.....	37
10.1	Fehlerquittierung	37
10.2	Fehlermeldungen auf den LC-Displays	37
10.3	Weitere Fehler.....	38
11	Wartung.....	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Beschaltung Hochspannungsausgang.....	9
Abbildung 2.2:	Maßzeichnung, Rückwand mit einem HV-Ausgang	10
Abbildung 4.1:	Arbeitsbereich des Gerätes	13
Abbildung 4.2:	Überschlagsbehandlungsroutine.....	13
Abbildung 5.1:	Geräterückseite, Rückwand mit einem HV-Ausgang	15
Abbildung 5.2:	3-phasiger Netzstecker	15
Abbildung 6.1:	Frontplatte mit Drehgeber und Anzeigen (LCD).....	17
Abbildung 6.2:	Anzeige der Setzwerte	17
Abbildung 6.3:	Anzeige der Messwerte	17
Abbildung 7.11:	Ethernet-Konfiguration	22
Abbildung 7.12:	Lantronix-Software DeviceInstaller	22
Abbildung 7.13:	Ausgangsbeschaltung.....	25
Abbildung 7.14:	Ausgangsbeschaltung.....	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Technische Daten, Geräteklasse	8
Tabelle 2.2: Fortsetzung: Technische Daten, Geräteklasse	9
Tabelle 4.1: Parameter der Überschlagsbehandlungsroutine	13
Tabelle 5.1: PIN Belegung des Netzsteckers	15
Tabelle 6.1: Beschreibung der einzelnen Menüpunkte	18
Tabelle 7.1: Beschaltung RS232 Schnittstelle	19
Tabelle 7.2: Programmierung serielle Schnittstelle	20
Tabelle 7.2: Anschlussbelegung CAN Schnittstelle	20
Tabelle 7.3: Ethernet Werkseinstellungen	23
Tabelle 7.4: Prinzipieller Ablauf der TCP-Kommunikation zwischen Computer und HV-Gerät	23
Tabelle 7.5: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker	25
Tabelle 7.6: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale	27
Tabelle 7.7: Belegung DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale	27
Tabelle 8.1: SCPI-Befehlssatz mit EDCP	30
Tabelle 8.2: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP	31
Tabelle 8.3: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP	32
Tabelle 8.4: Ausgabeformat Spannung	32
Tabelle 8.5: Ausgabeformat Strom	32
Tabelle 8.6: Kanal-Status Register	34
Tabelle 8.7: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Status Registers	34
Tabelle 8.8: Kanal-Event-Status Register	35
Tabelle 8.9: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Event-Status Registers	35
Tabelle 8.10: Modul-Status-Register	36
Tabelle 8.11: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Status-Registers	36
Tabelle 8.12: Modul-Event-Status Register	36
Tabelle 8.13: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Event-Status Registers	36
Tabelle 10.1: Fehlermeldungen auf den LC-Displays	37
Tabelle 10.2: Fehlersuche	38

1 Sicherheitshinweise

Warnung!



Um mögliche Schäden vom Benutzer abzuwenden, ist es untersagt das Gehäuse zu öffnen! Im Gerät befinden sich keine vom Anwender einzustellenden oder zu reparierenden Teile.

Warnung!



Bevor Arbeiten am Verbraucher und am Hochspannungsausgang des Gerätes vorgenommen werden, ist das Gerät auszuschalten, der Abbau eventuell vorhandener Restspannung abzuwarten und der Verbraucher mit einer geeigneten Erdungseinrichtung zu erden. Je nach Einsatzfall können diese hohen Restspannungen auch noch längere Zeit nach dem Abschalten anstehen. Diese Spannungen können zu lebensbedrohlichen Verletzungen führen.

Wir lehnen jede Haftung ab für Schäden und deren Folgen, die beim unsachgemäßen Einsatz bzw. unsachgemäßer Handhabung unserer Geräte entstehen können.

Das Hochspannungsnetzteil darf nur durch qualifiziertes Fachpersonal installiert werden.

Die folgenden Hinweise dienen sowohl der persönlichen Sicherheit des Bedienpersonals als auch der Sicherheit des beschriebenen Produktes sowie der daran angeschlossenen Geräte.

Warnung!



Hochspannungsversorgungen der Geräteklasse HPS, 10 kW, 19" werden von einer dreiphasigen Netzspannung versorgt und erzeugen eine Ausgangsspannung bis zu 20 kV. Die Nichtbeachtung dieser Spannungsverhältnisse kann Tod, schwere Körperverletzung und / oder Sachschaden verursachen.

Vor dem Anschluss an das örtliche Netz ist zu klären, ob die Nenneingangsspannung (400 V-AC $\pm$ 10%) des Gerätes mit der Netzspannung übereinstimmt.

Das Gerät ist mit einer Zuleitungssicherung mit mindestens 25 A träge abzusichern.

Die Schutzleiterverbindungen müssen nach der Montage auf einwandfreie Funktion geprüft werden.

Das mitgelieferte Hochspannungskabel ist fachmännisch an den Verbraucher anzuschließen und der Anschluss mit der entsprechenden Spannungsfestigkeit zu isolieren.

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse verbunden und kann als Rückleiter genutzt werden, wenn die werksseitig installierte Kurzschlussbrücke zwischen den Anschlüssen „0V“ und „X“ montiert ist.

Ist diese Kurzschlussbrücke nicht installiert, ist als Rückleiter ein zusätzlicher Leiter mit einem Querschnitt von mindestens 4 mm² zu benutzen. Dieser wird mit dem Anschluss „0V“ verbunden. Der Anschluss „0V“-Anschluss kann eine auf Schutzleiterpotential bezogene Spannung von bis zu $\pm$ 60 V annehmen.

Warnung!



Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von dem Potentialunterschied zwischen Rückleiter und Schutzleiter keine Gefährdung ausgeht!

Bei Spannungen von $> |200|$ V zwischen Rückleiter und Schutzleiter werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Ein Luftdurchsatz von 360 m³/h muss durch die Einbaulage gewährleistet werden. Die Luftein- und -austrittsöffnungen dürfen nicht abgedeckt oder verbaut werden.

Das Gerät kann mit einer Umgebungstemperatur von 0°C bis 50°C betrieben werden.

Warnung!



Bei einer Umgebungstemperatur größer als 35°C können die Temperaturen des Hauptschalters und der Frontplatte 45°C überschreiten!

2 Technische Daten

2.1 Geräteklasse

Tabelle 2.1: Technische Daten, Geräteklasse

Geräteklasse HPS, 6 kW, 19“											
Ausgangsleistung P _{nom} [kW]		6									
Ausgangsspannung V _{nom} [kV]		1	2	3	4	5	6	8	10	20	
Ausgangsstrom I _{nom} [A]		6 (10) ⁴⁾	3 (5) ⁴⁾	2 (3,4) ⁴⁾	1,5 (2,5) ⁴⁾	1,2 (2) ⁴⁾	1 (1,7) ⁴⁾	0,75 (1,3) ⁴⁾	0,6 (1) ⁴⁾	0,3 (0,5) ⁴⁾	
HV-Anschluss		GES 11 HBT ¹⁾	LEMO PSA.3S.CTA.C62 ¹⁾							GES 21 HBT ¹⁾	
Polarität		x, n → negativ oder p → positiv									
Wirkungsgrad		> 90% (V _{in} = 400 V, P _{nom})									
Restwelligkeit		Spannungsregelung: Δv < 0.7% * V _{nom} ¹⁾ Stromregelung: Δi < 1% * I _{nom} ¹⁾									
Stabilität		Δv < 0,1% * V _{nom} (für 8 h unter konstanten Bedingungen, nach einer ½ h Erwärmung)									
Spannungsregelung		Δv < 0,05% * V _{nom} (ΔV _{in} , 0,1*I _{nom} ≤ I _{out} ≤ I _{nom} , V _{out} > 0,1*V _{nom})									
Stromregelung		Δi < 0,1 % * I _{nom} (ΔV _{in} , 0 ≤ V _{out} ≤ V _{nom})									
Genauigkeit		Spannung: < 1% * V _{nom} für ein Jahr Strom: < 1% * I _{nom} für ein Jahr									
Temperaturkoeffizient		<2 * 10 ⁻⁴ /K ¹⁾									
Steuerung (Lokal)		optional Frontplattenbedienung über Drehgeber mit Anzeigen (LCD)									
Fernsteuerung (alle Schnittstellen sind galvanisch getrennt)	AIO	Analoge Signale				Pegel 0 V – 5 V					
		Digitale Signale				Pegel low 0 V - 4 V Pegel high 8 V - 15 V oder offen					
	USB	mittels USB Interface									
	SPS	optional, Trennung von analogen (AIO) und digitalen (DIO) Signalen ²⁾									
	RS232	optional mittels RS232 Interface ²⁾									
	CAN	optional mittels CAN Interface ²⁾									
	IEEE	optional mittels IEEE Interface ²⁾									
	Ethernet	optional mittels Ethernet Interface ²⁾									
Versorgung		V _{in} = 3 x 400 V – AC ± 10% I _{in} = 15 A Netzfrequenz 47 Hz < f _i < 63 Hz intern abgesichert mit einem „circuit-breaker“ 3 x 16 A mit einer mittelträgen Charakteristik Einschaltstromspitze intern auf max. 15 A begrenzt									
Kühlung		Zwangskühlung: stufenlos mit eingebautem Ventilator (≤ 360 m³/h)									
Überwachungen		ARC, dreiphasige Netzspannung, Spannungsversorgung, Überspannung, Temperatur, Interlock									

Tabelle 2.2: Fortsetzung: Technische Daten, Geräteklasse

Geräteklasse HPS, 6 kW, 19"		
Parametrierbare Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management)		ARC-Wait, ARC-Number, ARC-Time, ARC-Ramp-Time
Schnelles ARC-Management (ARC)		optional, vollständige Überschlags-Erholungszeit (Full ARC Recovery) in 5 ms
ARC-Strombegrenzung (ACL)		optional, Begrenzung des Ausgangsstromes während eines ARC auf kleiner 5 A, nur bei einer Ausgangsspannung von 10 kV erhältlich ^{1) 3)}
Betriebsbedingungen		Temperatur: 0°C bis 50 °C Luftfeuchtigkeit: 20% bis 90%, nicht kondensierend
Lagerbedingungen		Temperatur: -25°C bis 80 °C Luftfeuchtigkeit: 20% bis 90%, nicht kondensierend
Elektromagnetische Verträglichkeit	Störaussendung	EN 55011 (Grenzwertkurve A)
	Störfestigkeit	EN 61000 4-2, EN 61000 4-3, EN 61000 4-4, EN 61000 4-8
Sicherheitsstandard		EN 61010-1 (VDE 0411)
Abmessungen, Gewicht [kg]		1 kV ≤ V _{nom} ≤ 10 kV: 4U –19" Einbautiefe: 500 mm, ca. 29 kg V _{nom} = 20 kV: 4U –19" Einbautiefe: 500 mm, ca. 35 kg
Option Kondensatorlader		Sehr geringes Überspringen der Ausgangsspannung
Anzahl der HV-Ausgänge		serienmäßig 1 HV Ausgang optional 2 HV-Ausgänge ¹⁾
Strommessung zweier HV-Ausgänge (2HC)		optional, 2 HV-Ausgänge mit zusätzlicher Strommessung beider HV-Ausgänge nur bis zu einer Ausgangsspannung von 10 kV erhältlich ^{1), 3)}
Erweiterter Betriebsbereich (EOA)		Optional, Konstantleistungsbetrieb in definierten Grenzen
Potentialfreier Rückleiter der Hochspannung		Potentialunterschied zwischen Rückleiter und Schutzleiter bis zu ± 60 V ¹⁾

¹⁾ andere Werte auf Anfrage

²⁾ nicht alle Schnittstellen sind miteinander kombinierbar

³⁾ bei Kombination der Optionen ACL und 2HC beträgt die Höhe des Gerätes 6 HE

⁴⁾ Wert in der Klammer entspricht dem maximalen Strom bei der Option erweiterter Betriebsbereich

2.2 Beschaltung Hochspannungsausgang

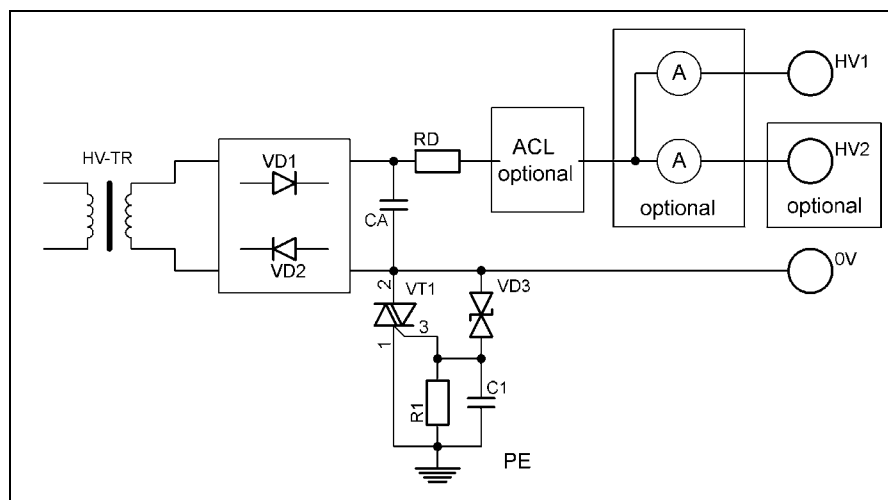


Abbildung 2.1: Beschaltung Hochspannungsausgang

2.3 Maße

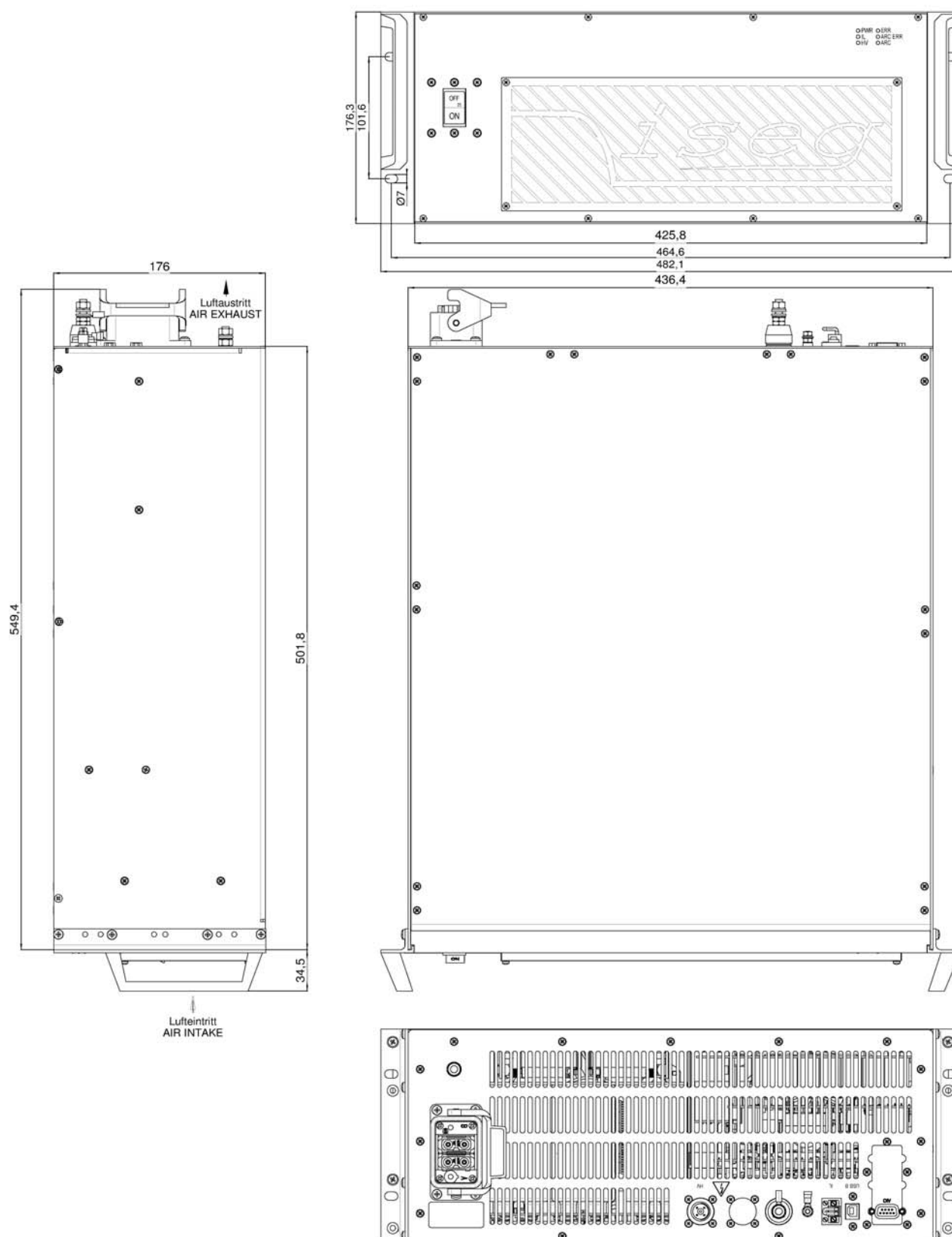


Abbildung 2.2: Maßzeichnung, Rückwand mit einem HV-Ausgang

3 Gerätebeschreibung

Hochspannungsversorgungen der Geräteklasse HPS, 6 kW, 19“ werden von einer dreiphasigen Netzspannung versorgt und erzeugen eine Ausgangsspannung von bis zu 20 kV sowie einen Ausgangsstrom von bis zu 10 A.

Das Gerät wird über:

- einen D-Sub-9 Steckverbinder mit analogen und digitalen Signalen (zwei bei SPS-Schnittstelle),
- den digitalen Schnittstellen oder
- die Frontplatte mit Drehgebern und Anzeigen (optional)

gesteuert und überwacht. Über den INHIBIT-Eingang kann die HV Erzeugung gesperrt werden.

Die vereinfachte Funktionsweise des Gerätes wird im Folgenden beschrieben.

Unmittelbar an der Netzanschlussleitung ist intern ein Netzfilter angeordnet. Ein dreiphasiges Schütz trennt das Netzfilter vom Gleichrichter bzw. der Einschaltstrombegrenzung.

Die vom Gleichrichter erzeugte Zwischenkreisspannung wird durch eine Elektrolytkondensatorbatterie gestützt und mit Hilfe eines Wechselrichters mit angeschlossenem Resonanzkreis in eine sinusförmige, steuerbare Wechselspannung gewandelt. Mit Hilfe des HV-Transformators und den an diesen angeschlossenen Gleichrichtern wird entsprechend der externen Sollwertspannung eine Ausgangsspannung bereit gestellt. Über zwei Präzisionsspannungsteiler und einen Shunt wird die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom gemessen und der Steuereinheit zugeführt. Ein an die Ausgangskondensatoren angeschlossener Dämpfungswiderstand begrenzt den Ausgangsstrom während eines Lastwechsels oder eines ARCs.

Das Gerät arbeitet mit einer in Abhängigkeit des Arbeitspunktes sich selbst einstellenden Schaltfrequenz, wobei die Ausgangsparameter mit Hilfe einer Pulsweitenmodulation (PWM) geregelt werden. Diese Steuerungstechnologie garantiert ein nahezu verlustfreies Schalten der Leistungshalbleiter.

Eine Steuereinheit steuert die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom entsprechend der externen Setzwertspannungen und begrenzt Ausgangsstrom und Ausgangsspannung auf die vorgegebenen Werte. Für die externe Verarbeitung werden normierte Monitorsignale von Strom und Spannung bereitgestellt. Die Steuerschaltung überwacht außerdem die Netzeingangs- und Versorgungsspannungen sowie die Temperaturen der Zuluft und einzelner Baugruppen.

Mit Hilfe eines an der Frontplatte installierten „circuit breaker“ (Netzschalter mit integrierter Sicherung) wird das Gerät ein- bzw. ausgeschaltet.

Das dreiphasige Schütz wird mit Hilfe einer Sicherheitsschleife gesteuert.

Sechs an der Frontplatte installierte LEDs visualisieren verschiedene Betriebszustände. Das Gerät verfügt über eine Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management), deren Parameter mit Hilfe der digitalen Schnittstellen sowie der Frontplatte angepasst werden können.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Betriebsüberwachung

Spannungen

Die Netzeingangsspannungen sowie die internen Hilfsspannungen werden überwacht. Liegt eine dieser Spannungen unter bzw. über dem vorgegebenen Grenzwert, wird dies als Fehler behandelt (Abschnitt 10.1) und die Hochspannungserzeugung gesperrt. Der Hilfswandler arbeitet auch mit nur zwei Phasenspannungen.

Der Maximalwert der Ausgangsspannung wird durch einen OVP-Komparator überwacht. Werksseitig ist diese Spannungsschwelle auf ca. 110 Prozent der maximalen Ausgangsspannung eingestellt. Wird die OVP-Schwelle überschritten (z.B. durch einen internen Fehler), wird die Hochspannung abgeschaltet. Hat der OVP-Komparator angesprochen, wird dies als Fehler behandelt (Abschnitt 10.1) und die Hochspannungserzeugung gesperrt.

Temperatur

Die Betriebstemperatur wird an mehreren Stellen im Gerät überwacht. Eine Abschaltung der HV-Erzeugung erfolgt, falls die Temperatur der Zuluft 50°C übersteigt oder die Temperatur verschiedener Baugruppen einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

Dieser Zustand wird als Fehler behandelt (vgl. Abschnitt 10.1).

Achtung! Das Gerät verfügt über einen Zuluftfilter. Je nach Verschmutzungsgrad der Umgebung und Anzahl der Betriebsstunden muss dieser Filter in regelmäßigen Abständen gewechselt werden. Die Filtermatte kann vom Gerätehersteller, der iseg Spezialelektronik GmbH, bezogen werden. Der Austausch kann vom Anwender bei abgetrenntem Netz selbstständig vorgenommen werden. Dabei sind die 4 Schrauben M 3 am Filtergitter an der Frontplatte des Gerätes zu lösen.

4.2 Betriebszustände

Abbildung 4.1 zeigt den Arbeitsbereich des Gerätes. Es existieren zwei (optional drei) verschiedene Betriebszustände für die Hochspannungserzeugung:

1. Konstantspannungsquelle CV:

Regelung der Ausgangsspannung entsprechend des Setzwertes der Ausgangsspannung unter der Bedingung Monitor Ausgangsstrom < Setzwert Ausgangsstrom.

2. Konstantstromquelle CC

Regelung des Ausgangsstromes entsprechend des Setzwertes der Ausgangsstromes unter der Bedingung Monitor Ausgangsspannung < Setzwert Ausgangsspannung.

3. Konstantleistungsbetrieb CP (Erweiterter Betriebsbereich, optional)

Regelung (Begrenzung) der Ausgangsparameter entsprechend P_{nom}

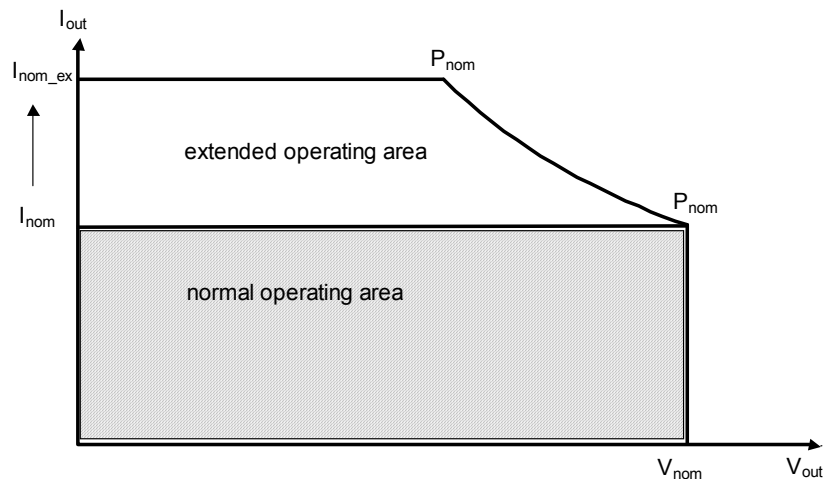


Abbildung 4.1: Arbeitsbereich des Gerätes

4.3 Spezielle Funktionen

Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management)

Das HV-Gerät verfügt über eine Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management) mit einstellbaren Parametern. Anhand der Abbildung 4.2 wird die Funktionsweise der Überschlagsbehandlungsroutine beschrieben.

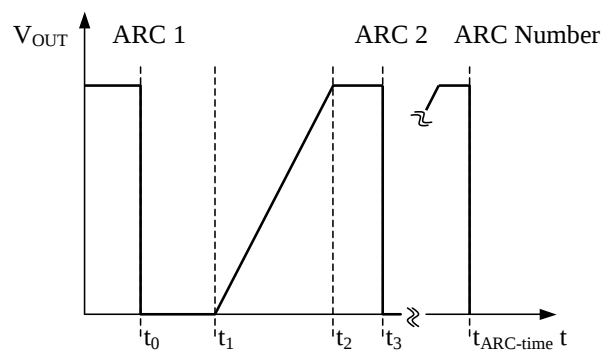


Abbildung 4.2: Überschlagsbehandlungsroutine

Als Überschlag (ARC) wird definiert, wenn der negative Anstieg der Ausgangsspannung größer ist als $0,1 \cdot V_{NOM} / \mu s$.

Nach einem erkannten Überschlag werden die Ansteuerimpulse des Wechselrichters innerhalb von wenigen Mikrosekunden für die Austastzeit (ARC-Wait, $t_{ARC-Wait} = t_1 - t_0$) gesperrt.

Gleichzeitig wird der interne Setzwert der Ausgangsspannung V_{SET} zu null gesetzt. Ab dem Zeitpunkt $t=t_1$ folgt der interne Setzwert der Ausgangsspannung V_{SET_V} einer Spannungsrampe (ARC-Ramp).

Die erkannten Überschlüsse werden aufsummiert. Treten eine definierte Anzahl von Überschlüssen (ARC-Number+1) innerhalb einer vorgegeben Zeit (ARC-Time, $t_{ARC-time}$) auf, wird dies als Fehler (ARC-ERROR) behandelt und die Hochspannungserzeugung unterbrochen (vgl. Abschnitt 10.1).

Die Parameter für die Überschlagsbehandlungsroutine sind in den in Tabelle 4.1 definierten Bereichen mit Hilfe der USB-Schnittstelle einstellbar, Abschnitt 7.1.

Tabelle 4.1: Parameter der Überschlagsbehandlungsroutine.

Parameter	Einstellbarer Bereich Serie	Einstellbarer Bereich Option ARC
ARC-Wait	100 ms – 6 s	1 ms – 6 s
ARC-Number	0 – 99	0 – 99
ARC-Time	100 ms - > 10 s	100 ms - > 10 s
ARC-Ramp-Time	100 ms - > 4 s	4 ms - > 4 s

Die maximale Überschlagsfrequenz wird auf 30/s (30 ARCs pro Sekunde) begrenzt, unabhängig der in der Überschlagsbehandlungsroutine definierten Parameter.

Interlock

Das Gerät hat auf der Rückseite einen Anschluss „IL“ für eine Hardware-Sicherheitsschleife (Interlock, maximaler Anschlussquerschnitt 1,5 mm²).

Bei geschlossener Sicherheitsschleife und gestecktem Hochspannungskabel treibt eine interne Stromquelle (Leerlaufspannung 24 V / max. Kurzschlussstrom ca. 25 mA) einen Strom von ca. 25 mA durch drei eingebaute parallelgeschaltete mechanische Relais (zertifiziert nach IEC/EN 60950 und UL 60950, erfüllt Telcordia Anforderung GR 1089 und FCC Teil 68).

Die Impedanz der geschlossenen Schleife darf dabei 300 Ohm nicht übersteigen.

Wird diese Sicherheitsschleife unterbrochen (Impedanz > 100 kOhm), fallen die Relais ab. Die Hochspannungserzeugung wird ohne Verwendung von Halbleiterbauelementen durch die sich öffnenden Relaiskontakte gestoppt. Mit Hilfe der Relais werden die Ansteuerimpulse der Leistungshalbleiter des Wechselrichters gesperrt und die Spannungsversorgung des Schützes unterbrochen. Somit wird eine Trennung zwischen dem Versorgungsnetz und der Leistungseinheit des Gerätes vorgenommen.

Achtung! Bevor der Ausgang spannungsfrei ist, müssen erst die internen und externen Ausgangskapazitäten über die Last entladen werden. Der interne Ausgangswiderstand ist sehr hochohmig, so dass in Abhängigkeit von der Last sehr lange Entladezeiten auftreten können. Das Gerät verfügt nicht über eine aktive Entladeschaltung!

Bevor Arbeiten am Verbraucher und am Hochspannungsausgang des Gerätes vorgenommen werden, muss dieser mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.

Bei offener Sicherheitsschleife kann die Hochspannung nicht eingeschaltet werden.

Der Zustand der geöffneten Sicherheitsschleife wird als Fehler behandelt. Für die Freigabe der Hochspannungserzeugung muss das Schließen der Sicherheitsschleife bestätigt werden (vgl. Abschnitt 10.1).

LEDs

An der Frontplatte des Gerätes visualisieren 6 LEDs verschiedene Betriebszustände des Gerätes:

- ERR Sammelfehler, LED leuchtet wenn mindestens eines der folgenden Ereignisse auftritt:
 1. Grenzwert mindestens einer Phase der dreiphasigen Eingangsspannung über- bzw. unterschritten,
 2. Grenzwert mindestens einer Versorgungsspannung unterschritten,
 3. Betriebstemperatur zu hoch,
 4. Anzahl zulässiger Überschläge pro eingestellter Zeit überschritten (4.3),
 5. Maximalwert der Ausgangsspannung überschritten,
 6. Sicherheitsschleife geöffnet,
 7. Reset des Prozessors auf der Steuereinheit.
- IL Interlock, LED leuchtet wenn die Sicherheitsschleife geschlossen ist.
- HV LED leuchtet, wenn die HV-Erzeugung aktiviert wird
- PWR LED leuchtet, wenn das Gerät eingeschaltet wurde und die Hilfsspannungen verfügbar sind.
- CV LED leuchtet, wenn das Gerät im Modus Spannungsregelung arbeitet
- CC LED leuchtet, wenn das Gerät im Modus Stromregelung arbeitet

Die LEDs sind nicht vorhanden wenn die Frontplatte mit Drehgeber und Anzeige (LCD) installiert ist.

5 Anschlussbelegung

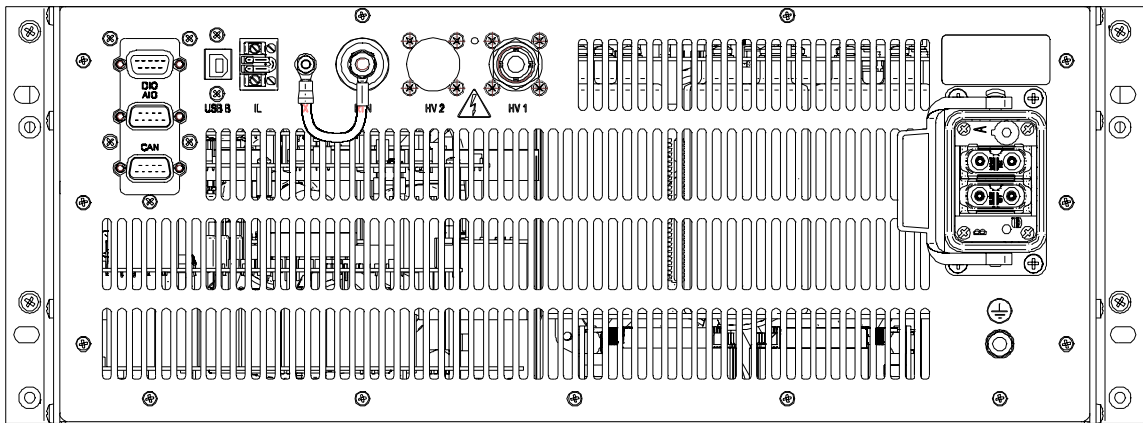


Abbildung 5.1: Geräterückseite, Rückwand mit einem HV-Ausgang

5.1 Netzanschluss

Die Verbindung des Gerätes mit dem örtlichen 3-phasigen Netz geschieht mit Hilfe des Harting Netzsteckers. Die Buchse des Steckverbinders () ist am Gerät installiert und hat folgende PIN Belegung:

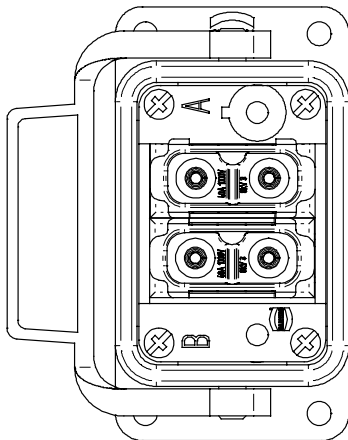


Tabelle 5.1: PIN Belegung des Netzsteckers

Harting connector	3-phasiges Netz
A1	L1
A2	L2
B1	L3
B2	Nicht verbunden

Abbildung 5.2: 3-phasiger Netzstecker

Der anschließbare Leiterquerschnitt beträgt $2,5 \text{ mm}^2 - 8 \text{ mm}^2$. Der Gelenkrahmen ist mit dem äußeren Schutzleitersystem (PE) zu verbinden. Zusätzlich lässt sich das Gerät mit dem als Schutzleiter gekennzeichneten Gewindebolzen (Gewinde M6) mit dem äußeren Schutzleitersystem (PE) verbinden.

Achtung! Der Nullleiter des Netzes wird nicht mit dem Gerät verbunden.

5.2 HV-Anschlüsse

Warnung!



Bevor Arbeiten an den Hochspannungsausgängen des Gerätes vorgenommen werden, müssen diese mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.

Auf der Rückseite des Gerätes befindet sich mindestens ein HV-Anschluss. Die im Lieferumfang enthaltenen HV-Kabel sind fachmännisch an den Verbraucher anzuschließen und der Anschluss mit der entsprechenden Spannungsfestigkeit zu isolieren.

5.3 Rückleiteranschluss

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse verbunden und kann als Rückleiter genutzt werden, wenn die werksseitig installierte Kurzschlussbrücke zwischen den Anschlüssen „0V“ und „X“ montiert ist.

Ist diese Kurzschlussbrücke nicht installiert, ist als Rückleiter ein zusätzlicher Leiter mit einem Querschnitt von mindestens 4 mm² zu benutzen. Dieser wird mit dem Anschluss „0V“ verbunden. Der Anschluss „0V“-Anschluss kann eine auf Schutzleiterpotential bezogene Spannung von bis zu ± 60 V annehmen.

Achtung: Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen „0 V“ und „X“ keine Gefährdung ausgeht!

Bei Potentialdifferenzen von $> |60|$ V zwischen „0 V“ und „X“ werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen um Schäden am Gerät zu verhindern.

5.4 USB-Anschluss

siehe Abschnitt 7.1 Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle

5.5 IL-Anschluss

siehe Abschnitt 4.3 Spezielle Funktionen

5.6 CAN-Anschluss

siehe Abschnitt 0

Beschreibung der CAN Schnittstelle

5.7 IEEE 488-Anschluss

siehe Abschnitt 7.3 Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle

5.8 Ethernet-Anschluss

siehe Abschnitt 7.4 Beschreibung der Ethernet-Schnittstelle

5.9 AIO-Anschluss

siehe Abschnitt 7.5 Beschreibung der AIO-Schnittstelle

5.10 SPS-Anschluss

siehe Abschnitt 7.4 Beschreibung der SPS-Schnittstelle

6 Manuelle Frontplattenbedienung (optional)

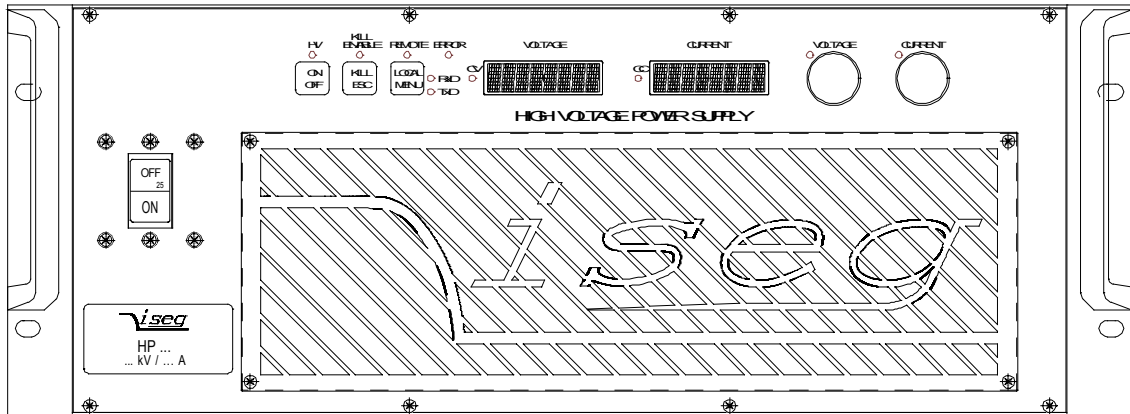


Abbildung 6.1: Frontplatte mit Drehgeber und Anzeigen (LCD)

Nach Betätigung des Netzschalters startet das Gerät. Während des Startvorganges initialisiert das Gerät die eingebaute Hardware. Nach dem Start ist die Betriebsart „LOCAL“.

In der Betriebsart „LOCAL“ können die Setzwerte für Ausgangsspannung bzw. -strom über die Drehgeber VOLTAGE für V_{SET} bzw. CURRENT für I_{SET} auf der Frontplatte manuell eingestellt werden.

Die Erzeugung der Hochspannung beginnt mit der Betätigung der Taste „ON/OFF“. Bei eingeschalteter Hochspannung leuchtet die grüne LED „HV“.

Warnung! Die mit den Drehgebern vorgewählte Hochspannung wird mit der voreingestellten Änderungsgeschwindigkeit (Spannungsrampe) am Hochspannungsausgang erzeugt! Werksseitig sind $0,2 V_{NOM}$ pro Sekunde eingestellt.



Abgeschaltet wird die Hochspannungserzeugung durch erneutes Betätigen der Taste „ON/OFF“, die grüne LED „HV“ verlischt. Die Hochspannung wird mit der eingestellten Rampe heruntergefahren.

6.1 Anzeigen

Das Gerät besitzt zwei achtstellige Anzeigen für Spannung und Strom sowie zur Menüsteuerung.

Im Zustand „HV-OFF“ werden immer die Setzwerte angezeigt, so dass eine Veränderung mit den Drehgebern VOLTAGE und CURRENT sofort auf dem Display sichtbar ist. Die zuletzt eingestellten Setzwerte werden im EEPROM des Prozessors abgelegt und beim nächsten Einschalten wieder geladen.

Während der Anzeige der Setzwerte für Spannung und Strom blinkt am linken Rand der Anzeigen ein kleines ‚s‘:

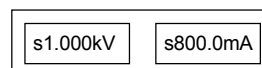


Abbildung 6.2: Anzeige der Setzwerte

Im Zustand „HV-ON“ werden dagegen die gemessenen Werte von Spannung und Strom angezeigt:

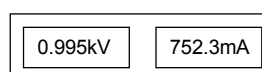


Abbildung 6.3: Anzeige der Messwerte

Durch Druck auf den Drehgeber VOLTAGE bzw. CURRENT kann jedoch kurzzeitig auf Anzeige der Setzwerte umgestellt werden, um ein genaues Einstellen von Spannung oder Strom zu ermöglichen.

Werden die Setzwerte nicht verändert, schaltet das Gerät nach vier Sekunden wieder auf die Anzeige der Messwerte um. Durch erneuten Druck auf den entsprechenden Drehgeber kann diese Wartezeit umgangen werden.

Beim Abschalten der Hochspannung zeigt das Gerät die Messwerte an, bis der Rampenvorgang abgeschlossen ist. Vier Sekunden nach Abschluss der Rampe und bei einer gemessenen Spannung kleiner als 60 V schaltet es wieder auf Anzeige der Setzwerte zurück.

6.2 Menü

Im Zustand „HV-OFF“ gelangt man durch Betätigung der Taste MENU in das Menü des Gerätes.

Wird im Menü keine Taste betätigt, schaltet die Anzeige nach ca. 30 Sekunden wieder in den Zustand „HV-OFF“ zurück. Durch Betätigen der Taste ESC kann das Menü ohne Änderung der voreingestellten Werte verlassen werden.

Das Menü kann durch Drehen des Drehgebers VOLTAGE durchblättert werden. Durch Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird der dargestellte Menüpunkt ausgewählt. Über den entsprechend aktiven Drehgeber (gekennzeichnet durch gelbe LED) kann die Einstellung geändert werden. Durch Druck auf den aktiven Drehgeber wird die Änderung übernommen und wieder das Hauptmenü angezeigt.

Tabelle 6.1: Beschreibung der einzelnen Menüpunkte

Display	Beschreibung
F01 Set Limit V	Setzen Software-Spannungslimit V_{OUTmax} mit Drehgeber VOLTAGE. V_{SET} wird auf diesen Wert begrenzt.
F02 Set Limit I	Setzen Software-Stromlimit I_{OUTmax} mit Drehgeber CURRENT. I_{SET} wird auf diesen Wert begrenzt.
F03 Set Ramp V	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung mit Drehgeber VOLTAGE (1...max. Spannungsrampe kV/s).
F04 Set Ramp I	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit des Stromes mit Drehgeber CURRENT (0,01...max. Stromrampe A/s)
F05 Auto Start	Automatische HV-Erzeugung mit Power-On, nicht verfügbar
F06 Auto AIO	Nicht verfügbar
F07 Set Interfce	Auswahl externe Schnittstelle mit Drehgeber VOLTAGE: "CAN" Fernsteuerung über CAN-Schnittstelle "RS-232" Fernsteuerung über RS-232-Schnittstelle "USB" Fernsteuerung über USB-Schnittstelle "IEEE-488" Fernsteuerung über IEEE (GPIB)-Schnittstelle "Ethernet" Fernsteuerung über Ethernet-Schnittstelle "AIO" Fernsteuerung über Analog I/O
F08 Set Instruct	Auswahl Befehlssatz für RS-232/USB/IEEE-488/Ethernet mit Drehgeber VOLTAGE: "EDCP" Steuerung mit dem neuen SCPI-Befehlssatz mit EDCP "SCPI" Steuerung mit dem Befehlssatz SCPI alt "ET" Steuerung mit dem Befehlssatz ET
F09 Addr IEEE	Auswahl IEEE-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 01 bis 30
F10 Addr CAN	Auswahl CAN-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 00 bis 63
F11 Set Echo	Auswahl Echo ein/aus für RS-232/USB mit Drehgeber VOLTAGE: "on" $\Rightarrow$ "off" $\Rightarrow$ "on"
F12 Set ARC Cont	Auswahl Überschlagsbehandlungsroutine ein/aus mit Drehgeber VOLTAGE (Abschnitt 4.3)
F13 Set ARC Num	Setzen Anzahl zulässiger Überschläge (Abschnitt 4.3)
F14 Set ARC Time	Setzen Zeit innerhalb die zulässigen Überschläge akzeptiert werden (Abschnitt 4.3).
F15 Set ARC Wait	Setzen Austastzeit innerhalb welcher die Ansteuerimpulse des Wechselrichters gesperrt werden (Abschnitt 0).
F16 Set ARC Ramp	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit Spannung nach einem Überschlag mit Drehgeber VOLTAGE (1...max. Spannungsrampe kV/s), (Abschnitt 4.3).
F17 Set Password	Menüzugang mittels vierstelliger Zahlenfolge sperren. „0000“ deaktiviert die Passwort-Funktion, jede andere Zahlenfolge aktiviert sie. Die Stellen des Passworts müssen einzeln mit dem Drehgeber VOLTAGE eingegeben werden. Mit Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird die nächste Stelle zur Eingabe ausgewählt.
F18 Show Power	Auswahl Anzeige der gemessenen Leistung anstelle des gemessenen Stromes ein/aus
F19 Quit Menu	Mit Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird das Menü verlassen

7 Fernsteuerung über Schnittstelle

Gerät ohne manuelle Frontplattenbedienung

Bei dem vorliegenden Gerät sind nach dem Einschalten des Gerätes alle installierten Schnittstellen aktiv. Wenn das Gerät einen gültigen Befehl über eine Schnittstelle (z. B. USB) empfängt, geht das Gerät in den Zustand „REMOTE“ und die anderen Schnittstellen werden deaktiviert. Über den SCPI-Befehl :CONFIGURE:INTERFACE LOCAL schaltet das Gerät in den Zustand „LOCAL“ zurück, wodurch wieder alle Schnittstellen aktiv werden.

Gerät mit manueller Frontplattenbedienung (optional)

Zur Fernsteuerung des Gerätes muss im Menü „F07 Set Interfce“ zunächst die gewünschte Schnittstelle (CAN, RS-232, USB, IEEE-488, Ethernet) ausgewählt werden. Beim ersten Empfang von Befehlen von der eingestellten Schnittstelle schaltet das Gerät in den Zustand „REMOTE“. Dabei leuchtet die gelbe LED „REMOTE“.

Durch betätigen der Taste „LOCAL“ wird die Fernsteuerung unterbrochen. Das Gerät kann dann an der Frontplatte bedient werden. Bei Empfang neuer Befehle über das Interface schaltet das Gerät wieder in den Zustand „REMOTE“.

Wird das Gerät über Fernsteuerung in den Zustand „HV ON“ gebracht, kann durch drücken der Taste „ON/OFF“ die Hochspannung abgeschaltet werden. Das Gerät geht auch dabei in den Zustand „LOCAL“ über.

Warnung! Wird die Bedienung an der Frontplatte gesperrt (Local Lockout, s. Common-Befehlssatz, Abschnitt 8.1) kann das Gerät nur noch über den Netzschalter abgeschaltet werden!



7.1 Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Achtung! Bei Geräten, die mit RS-232 und USB-Schnittstelle ausgerüstet sind, darf nur eines der Kabel (RS-232 oder USB) angeschlossen sein.

RS-232

Die RS-232-Schnittstelle befindet sich auf einer D-SUB-9-Buchse auf der Geräterückseite.

Die elektrische Übertragung erfolgt potentialgetrennt mittels der Signale RxD und TxD bezogen auf GND. Die Belegung des Steckverbinders ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

An der HV-Versorgung ist eine D-SUB-9 Buchse angebracht, so dass als Verbindungskabel eine 1:1-Verlängerung verwendet werden kann (kein Nullmodem-Kabel!). Steht kein 9-poliges Kabel zur Verfügung, ist die in der Tabelle 7.1 angegebene Beschaltung der Steuersignale am PC vorzunehmen.

Tabelle 7.1: Beschaltung RS232 Schnittstelle

Signal	HV-Versorgung		PC	PC	Verbindung
RS-232	D-SUB-9	Intern	D-SUB-9	D-SUB-25	3-pol. Kabel
RxD	2		2	3	
TxD	3		3	2	
GND	5		5	7	
	4	⌋	4	20	⌋
	6	⌋	6	6	⌋
	8	⌋	8	5	⌋

USB

Die USB-Schnittstelle wird über eine USB-B-Buchse auf der Geräterückseite herausgeführt. Intern wird die USB-Schnittstelle über einen USB-Seriell-Schaltkreis vom Typ FTDI FT232R realisiert. Im PC stellt sich dieser als virtuelle serielle Schnittstelle (COM-Port) dar. Die Steuerung des Gerätes ist daher mit allen Programmen möglich, die eine serielle Schnittstelle unterstützen, z. B. ein Terminalprogramm oder LabVIEW.

Programmierung

Die folgende Beschreibung gilt gleichermaßen für RS-232- und USB-Schnittstelle.

Die Parameter der (virtuellen) seriellen Schnittstelle lauten: 9600 Bit/s, 8 Daten-Bit, keine Parität, 1 Stop-Bit.

Der Datenaustausch erfolgt zeichenorientiert. Alle zum Gerät gesendeten Zeichen (Eingaberichtung) werden vom Gerät mit Echo bestätigt). Die Übertragung vom Gerät zum Computer (Ausgaberichtung) ist freilaufend.

Die Übertragung der Befehle erfolgt im ASCII-Zeichensatz. Das Befehlende wird mit der Zeichenfolge <CR><LF> (\$0D \$0A bzw. 13 10) gebildet.

Neue Befehle können gesendet werden, sobald die letzte Antwort komplett empfangen wurde (inklusive <CR><LF>). Bei Befehlen, die keine Antwort zurückgeben, kann beim EDCP-Befehlssatz im einfachsten Fall der Befehl *OPC angehängt werden:

Tabelle 7.2: Programmierung serielle Schnittstelle

Befehl (mit Echo)	:VOLT 500;:VOLT ON;*OPC?<CR><LF>
Antwort	1<CR><LF>

7.2 Beschreibung der CAN Schnittstelle

Warnung!



Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Der Anschluss der CAN-Schnittstelle (D-SUB-9) befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und ist folgendermaßen belegt:

Tabelle 7.3: Anschlussbelegung CAN Schnittstelle

PIN	Signal
2	CAN_L (CAN Low)
3	CAN_GND
5	CAN_Shield
7	CAN_H (CAN High)

Die Bedienung und der Befehlssatz entspricht dem in dem Manual

CAN-Interface

Multi-Channel High Voltage Power Supply Module

EHS xxx and EDS xxx

dokumentiertem EDCP-Protokoll.

Zur Steuerung kann das Programm isegCANHVControl bzw. der iseg OPC Server verwendet werden.

7.3 Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.



IEEE-488 Schnittstelle

Die IEEE-488-Schnittstelle wurde mit einem zum NEC 7210 kompatiblen IEEE-Controller implementiert. Die folgenden Schnittstellenfunktionen entsprechend IEC 625 sind möglich:

SH1	Source Handshake:	alle Funktionen (kein Polling)
AH1	Acceptor Handshake:	alle Funktionen (kein Polling)
T6	Talker:	Standardausrüstung
L4	Listener:	Standardausrüstung

Zur Verbindung mit dem IEEE-Bus ist auf der Rückseite ein Micro-D25-Stecker vorhanden. Ein Adapterkabel auf den 24-Pin-Stecker entsprechend IEEE-488.2-Standard ist optional erhältlich.

Bei Geräten mit manueller Frontplattenbedienung muss zur Fernsteuerung über IEEE im Menü F09 „IEEE“ ausgewählt werden. Bei Geräten ohne manuelle Frontplattenbedienung ist die Schnittstelle nach dem einschalten aktiv.

Im Menü F11 wird die gewünschte IEEE-Adresse (1...30) eingestellt. Werkseitig ist Adresse 17 voreingestellt. Die IEEE-Adresse kann auch über den SCPI-Befehl :CONFIGURE:GPIB:ADDRESS geändert werden. Sobald das Gerät einen Befehl über die Schnittstelle empfängt, geht es in den Zustand „REMOTE“ über.

Programmierung

Die Übertragung der Befehle erfolgt im ASCII-Zeichensatz. Das Befehlende wird mit der Zeichenfolge <CR><LF> (\$0D \$0A bzw. 13 10) gebildet. Alternativ kann die Leitung EOI (End or Identify) zusammen mit dem letzten Zeichen des Befehls aktiviert werden.

Zwischen zwei IEEE-Befehlen ist eine Wartezeit von mindestens 5 Millisekunden einzuhalten.

7.4 Beschreibung der Ethernet-Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.



Die 100 MBit/s Vollduplex Ethernet-Schnittstelle ist auf einer RJ-45-Buchse auf der Geräterückseite herausgeführt.

Das Gerät kann über ein Patch-Kabel mit einem Switch verbunden werden. Zur direkten Verbindung mit einem PC muss ein gekreuztes (Crossover-) Kabel verwendet werden.

Die IP-Konfiguration der Ethernet-Schnittstelle erfolgt über einen Web-Browser oder die Software Lantronix-DeviceInstaller:

<http://www.lantronix.com/support/downloads/?p=XPORT>.

Dabei dürfen nur die Einstellungen auf der Netzwerk-Seite verändert werden!

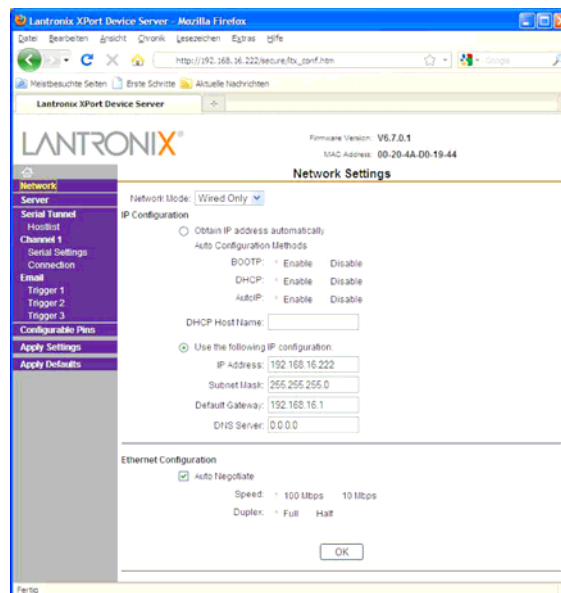


Abbildung 7.1: Ethernet-Konfiguration

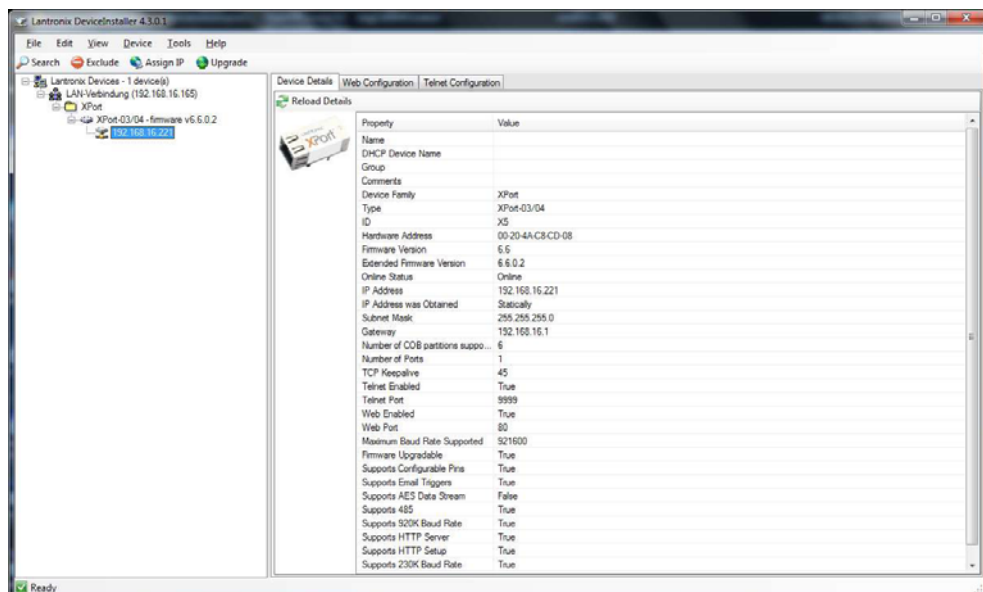


Abbildung 7.2: Lantronix-Software DeviceInstaller

Die Werkseinstellungen der Ethernet-Schnittstelle sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 7.4: Ethernet Werkseinstellungen

IP-Adresse	192.168.16.221
Netzwerkmaske	255.255.255.0
Standard Gateway	192.168.16.1
TCP Befehlsport	10001 (fest)

Die Verbindung kann mit dem Befehl Ping getestet werden (Start → Programme → Zubehör → Eingabeaufforderung).

C:\>ping 192.168.16.221

Ping wird ausgeführt für 192.168.16.221 mit 32 Bytes Daten:

Antwort von 192.168.16.221: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.221: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.221: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.221: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Ping-Statistik für 192.168.16.221:

Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust),

Ca. Zeitangaben in Millisek.:

Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Mittelwert = 0ms

Bei der Kommunikation bildet das HV-Gerät den Server, der PC den Client des Kommunikations-Ablaufes. In der folgenden Tabelle ist der prinzipielle Ablauf einer TCP-Kommunikation vom Computer zum HV-Gerät dargestellt:

Tabelle 7.5: Prinzipieller Ablauf der TCP-Kommunikation zwischen Computer und HV-Gerät

Schritt	Funktionsaufruf	Computer → HV Gerät	HV Gerät → Computer
1	connect()	SYN	
2			SYN, ACK
3		ACK	
4	send()	"*IDN?\r\n"	
5	recv()		"iseq Spezialelektronik GmbH[...]\r\n"
6	closesocket()	FIN, ACK	
7			FIN, ACK
8		ACK	

Die ersten drei Pakete dienen dem Aufbau einer TCP-Verbindung (Drei-Wege-Handshake). Im vierten Schritt wird eine Anfrage vom Computer an das Gerät geschickt. Dazu steht der Befehl ASCII-codiert im Datenfeld des TCP-Paketes. Die Antwort wird, ebenfalls ASCII-codiert im Paket 5 an den Computer geschickt. Mit Paket 6 bestätigt der Computer den korrekten Empfang der Antwort und sendet gleichzeitig ein FIN zum Abbau der Kommunikation, die vom HV-Gerät in Schritt 7 sowie nochmals vom Computer in Schritt 8 bestätigt wird.

Der Ablauf der Kommunikation kann mit einem Netzwerk-Sniffer (z. B. Wireshark) verfolgt werden.

Die Steuerung erfolgt mittels der später beschriebenen Befehlssätze. Der bevorzugte Befehlssatz ist "EDCP mit SCPI", da mit diesem mehrere Befehle in einem Ethernet-Paket zusammengefasst werden können und damit der Datendurchsatz gesteigert wird.

Programmierung

Einfaches Programmbeispiel (ohne Fehlerbehandlung) zur Kommunikation mit dem HV-Gerät über Ethernet. Dieses Programm wurde mit Microsoft Visual C++ 6.0 unter Windows XP übersetzt und getestet.

```
#include <stdio.h>
#include <winsock.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    WSADATA          wsadata;
    SOCKET            sock;
    SOCKADDR_IN       sockaddr_in;
    int               retcode;
    char               cmd[255] = "*IDN?\r\n";
    char               ans[255] = "";
    char               buf[255];
    char               *crlf;

    // init sockets (Berkeley style, UNIX compatible)
    WSASStartup(2, &wsadata);

    // create TCP socket
    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);

    // bind socket to dynamic local port
    memset(&sockaddr_in, 0, sizeof(sockaddr_in));
    sockaddr_in.sin_family = AF_INET; // UDP, TCP
    sockaddr_in.sin_port = htons(10001); // remote Port
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b1 = 192; // IP address
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b2 = 168;
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b3 = 16;
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b4 = 221;

    // connect to server (three way handshake)
    connect(sock, (SOCKADDR *)&sockaddr_in, sizeof(SOCKADDR_IN));

    // send command to server
    send(sock, cmd, strlen(cmd), 0);

    // read answer from server
    do {
        retcode = recv(sock, buf, sizeof(ans), 0);
        if (retcode > 0) {
            buf[retcode] = 0;
            strcat(ans, buf);
        }
        crlf = strstr(ans, "\r\n");
    } while ( (retcode > 0) && (crlf == 0) );

    if (crlf > 0) {
        *crlf = 0;
    }

    // close socket (three way handshake) and clean up
    closesocket(sock);
    WSACleanup();
    printf("%s\n", ans);
    getchar();
    return 0;
}
```

7.5 Beschreibung der AIO-Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Alle Ein- und Ausgänge der AIO-Schnittstelle sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt.

Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge befinden sich auf dem mit „AIO“ beschrifteten D-SUB-9-Stecker auf der Rückseite des Gerätes. Dieser Steckverbinder hat folgende Belegung:

Tabelle 7.6: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker

AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	V_{mon_I} (0 .. 5 V)	Monitor Ausgangsstrom
Pin 3	INHIBIT	Digitales Eingangssignal
Pin 4	V_{set_I} (0 .. 5 V)	Sollwert Ausgangsstrom
Pin 5	ON	Digitales Eingangssignal
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	V_{mon_V} (0 .. 5 V)	Monitor Ausgangsspannung
Pin 8	V_{set_V} (0 .. 5 V)	Sollwert Ausgangsspannung
Pin 9	V_{ref} 5,1 V	

Abbildung 7.3 zeigt die Beschaltung der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

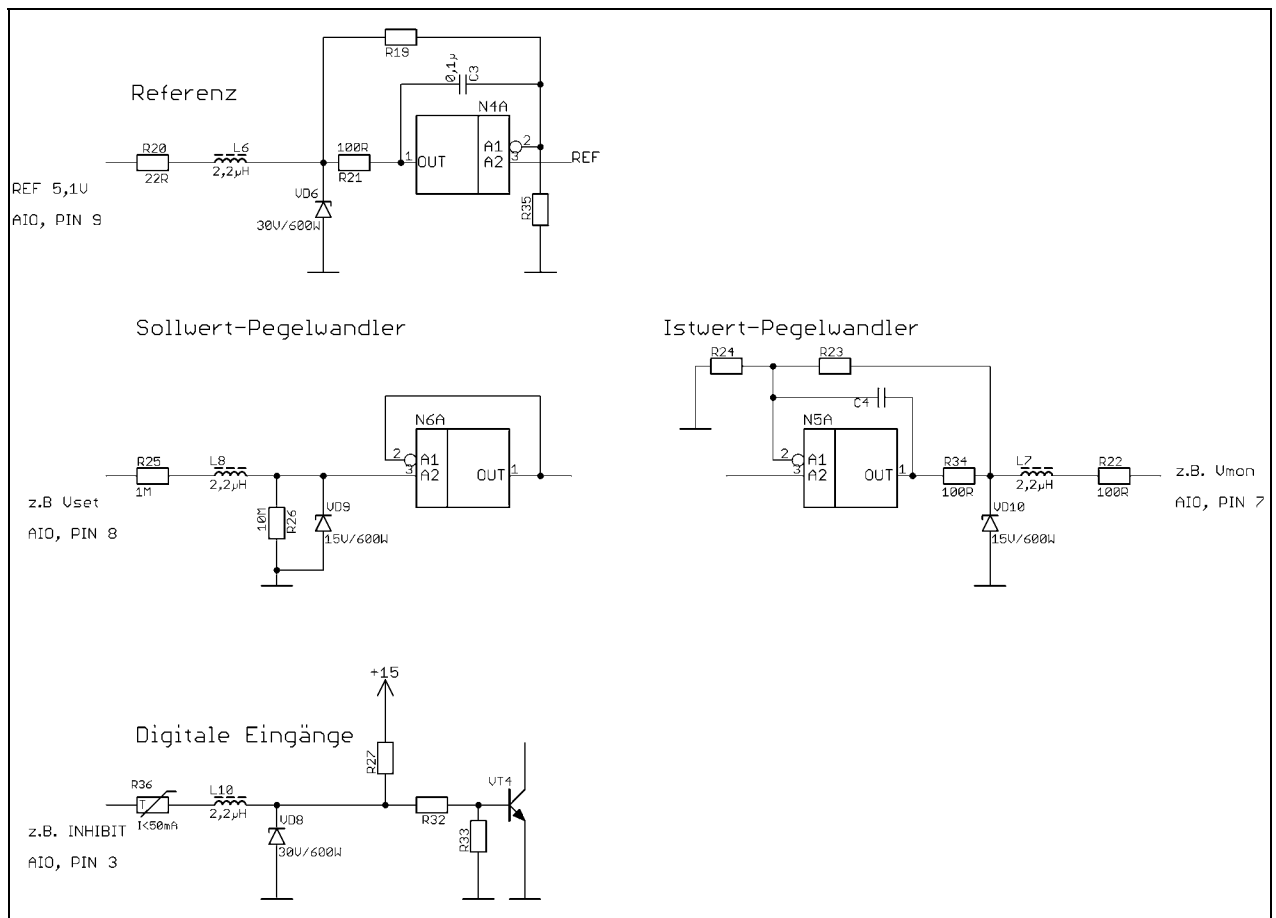


Abbildung 7.3: Ausgangsbeschaltung

Warnung!



Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt. Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen der Schnittstelle „AIO“ und dem Schutzleiterpotential keine Gefährdung ausgeht!

Die Potentialdifferenz zwischen der Schnittstelle AIO“ und dem Schutzleiterpotential wird auf maximal $|85|$ V begrenzt, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Die Hochspannung wird über ein hohes Signal am Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ aktiviert.

Setzwerte

Eine Spannung von 0 – 5 V, angelegt am Pin 8 (Bezugspotential Pin 6) des Signalsteckverbinders „AIO“, steuert die Ausgangsspannung von 0 – V_{NOM} . Am Pin 4 wird in gleicher Weise der Ausgangsstrom von 0 – I_{NOM} gesteuert.

Monitorspannungen

Am Pin 7 des Signalsteckverbinders „AIO“ ist eine der Ausgangsspannung und am Pin 2 eine dem Ausgangsstrom proportionale Spannung von 0 – 5 V verfügbar (Bezugspotential Pin 6).

INHIBIT

Durch die INHIBIT-Funktion (Pin 3 des Signalsteckverbinders „AIO“) kann die Hochspannungserzeugung durch ein externes Signal bzw. einen Relais- oder Schalterkontakt gesperrt werden. Ist der Pegel am Pin 3 des Steckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) größer 8 V oder der Eingang offen, ist die Hochspannungserzeugung aktiviert. Bei einem Pegel kleiner 4 V ist die Hochspannungserzeugung gesperrt. Die Ausgangsspannung wird ohne Rampe abgeschaltet.

Warnung!



Die INHIBIT-Funktion darf nicht als Interlock mit Sicherheitsfunktion benutzt werden.

ON

Die HV-Erzeugung wird mit einem hohen Pegel an Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) mit der eingestellten Spannungsrampe abgeschaltet. Ist die Hochspannungserzeugung freigegeben (INHIBIT) erhöht sich nach einer fallenden Flanke am Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) die Ausgangsspannung entsprechend der eingestellten Spannungsrampe oder in Abhängigkeit des vorgegebenen Ausgangsstroms bis auf den eingestellten Setzwert (V_{SET_V} an Pin 8 des Steckverbinders „AIO“) oder bis der vorgegebene Setzwert des Ausgangsstroms erreicht (V_{SET_I} an Pin 4 des Steckverbinders „AIO“) wird.

7.6 Beschreibung der SPS-Schnittstelle

Achtung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Alle Ein- und Ausgänge der SPS-Schnittstelle sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt.

Alle analogen Ein- und Ausgänge befinden sich auf dem mit „AIO“ beschrifteten D-SUB-9-Stecker auf der Rückseite des Gerätes. Die digitalen Signale sind an der sich ebenfalls auf der Geräterückseite befindlichen mit „DIO“ beschrifteten D-SUB-9-Buchse verfügbar. Die Belegung der Steckverbindungen ist folgendermaßen:

Tabelle 7.7: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale

AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	V_{mon_I} (0 .. 10 V)	Monitor Gesamtausgangsstrom
Pin 3	V_{mon_I1} (0 .. 10 V)	Monitor Strom HV-Ausgang 1 (Option 2HC)
Pin 4	V_{set_I} (0 .. 10 V)	Sollwert Ausgangsstrom
Pin 5	V_{mon_I2} (0 .. 10 V)	Monitor Strom HV-Ausgang 2 (Option 2HC)
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	V_{mon_V} (0 .. 10 V)	Monitor Ausgangsspannung
Pin 8	V_{set_V} (0 .. 10 V)	Sollwert Ausgangsspannung
Pin 9	V_{ref} 10,2 V	

Die D-SUB-9 Buchse auf der Rückseite des Gerätes ist mit „DIO“ beschriftet und hat folgende Belegung:

Tabelle 7.8: Belegung DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale

DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	Nicht belegt	
Pin 3	INHIBIT	Eingang
Pin 4	Error	Ausgang
Pin 5	HV	Ausgang
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	Power On	Ausgang
Pin 8	ARC Error	Ausgang
Pin 9	ARC	Ausgang

Der zulässige Spannungsversorgungsbereich ist 8 V bis 30 V. Intern wird der Strom der Spannungsversorgung auf 100 mA begrenzt. Die typische Stromaufnahme des Eingangs beträgt 8 mA.

Abbildung 7.4 zeigt die Beschaltung der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

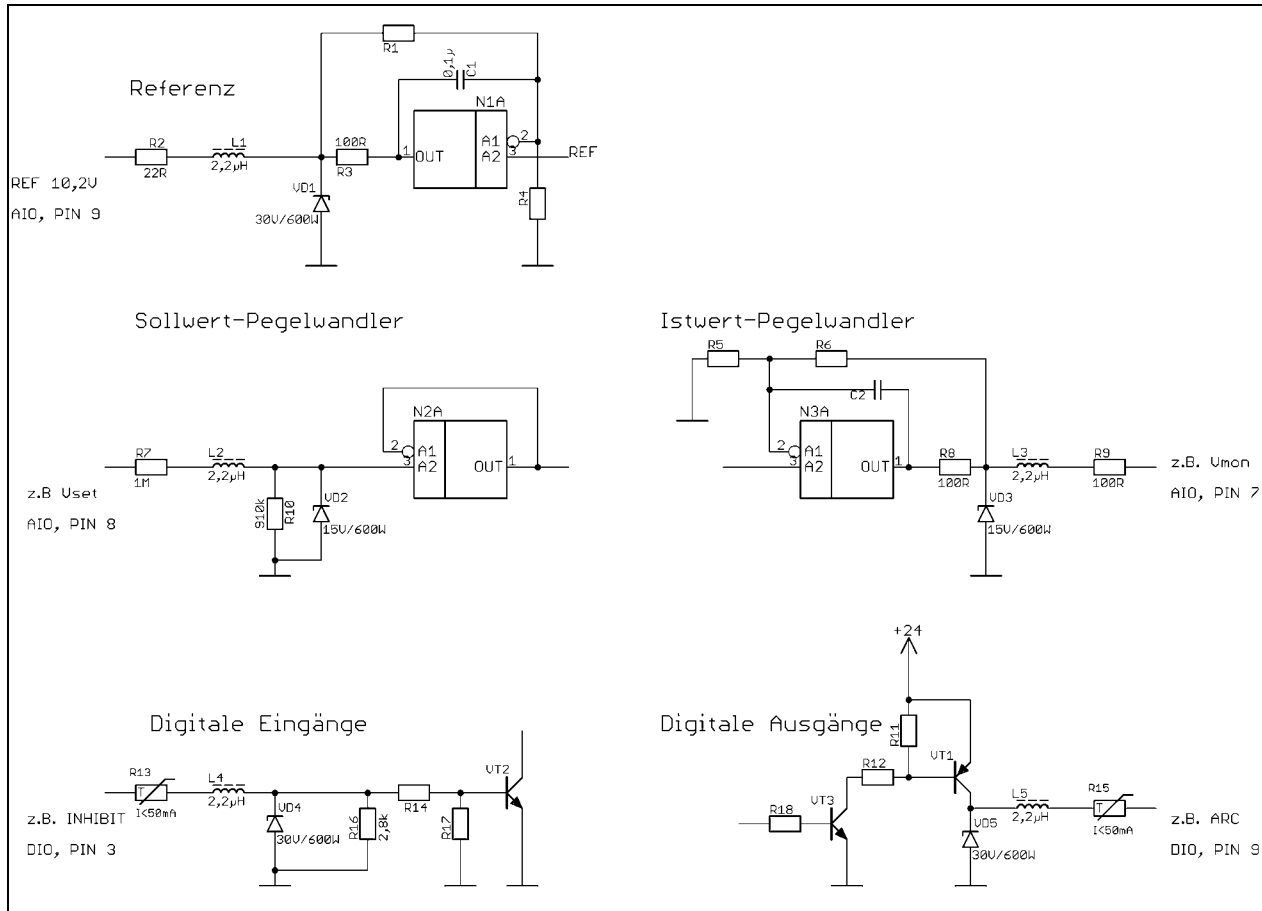


Abbildung 7.4: Ausgangsbeschaltung

Warnung!



Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt. Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen den Schnittstellen „AIO“, „DIO“ und dem Schutzleiterpotential keine Gefährdung ausgeht!

Die Potentialdifferenz zwischen den Schnittstellen „AIO“, „DIO“ und dem Schutzleiterpotential wird auf maximal |85| V begrenzt, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Die Hochspannung wird über das Steuersignal „INHIBIT“ der SPS-Schnittstelle ein-/ausgeschaltet.

Setzwerte

Eine Spannung von 0 – 10 V, angelegt am Pin 8 des Signalsteckverbinders „AIO“, steuert die Ausgangsspannung von 0 – V_{NOM} . In gleicher Weise wird am Pin 4 des selben Signalsteckverbinders der Ausgangsstrom gesteuert.

Monitorspannungen

Am Pin 7 des Signalsteckverbinders „AIO“ ist eine der Ausgangsspannung und am Pin 2 eine dem Ausgangsstrom proportionale Spannung von 0 – 10 V verfügbar. An den Pins 3 und 5 des selben Steckverbinders ist eine dem Ausgangsstrom des jeweiligen HV-Ausgangs proportionale Spannung von 0 – 10 V verfügbar.

Warnung!



Wenn keine Netzspannung anliegt sind diese Spannungen Null, auch wenn interne oder extern angeschlossene Kapazitäten noch nicht vollständig entladen sind.

INHIBIT

Durch die INHIBIT-Funktion (Pin 3 des Steckverbinders „DIO“) kann die Hochspannungserzeugung durch ein externes Signal bzw. einen Relais- oder Schalterkontakt ein- bzw. abgeschaltet werden. Ist der Pegel am Pin 3 des Steckverbinders „DIO“ (Bezugspotential an Pin 1) größer 8 V, ist die Hochspannungserzeugung aktiviert. Bei einem Pegel kleiner 4 V ist die Hochspannungserzeugung gesperrt. Nach einer low-high Flanke der INHIBIT-Funktion erhöht sich die Ausgangsspannung entsprechend der eingestellten Spannungsrampe bis auf den eingestellten Setzwert ($V_{\text{set_V}}$ an Pin 8 des Steckverbinders „AIO“) oder bis der vorgegebene Setzwert des Ausgangsstroms erreicht ($V_{\text{SET_I}}$ an Pin 4 des Steckverbinders „AIO“) wird.

Beim Einschalten des Gerätes ist die Hochspannungserzeugung unabhängig von der INHIBIT-Funktion gesperrt. Ist die INHIBIT-Funktion während des Einschaltens des Gerätes high, lässt sich die Hochspannungserzeugung nur durch eine low-high Flanke dieser Funktion aktivieren.

Warnung! Die INHIBIT-Funktion darf nicht als Interlock mit Sicherheitsfunktion benutzt werden.



Error

Das Pin 4 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt wenn ein Fehler vorliegt oder die Sicherheitsschleife geöffnet ist. Ein Fehler liegt bei einem der folgenden Ereignisse vor:

8. Grenzwert mindestens einer Phase der dreiphasigen Eingangsspannung über bzw. unterschritten,
9. Grenzwert mindestens einer Versorgungsspannung unterschritten,
10. Betriebstemperatur zu hoch,
11. Anzahl zulässiger Überschläge pro eingestellter Zeit überschritten (Abschnitt 4.3),
12. Maximalwert der Ausgangsspannung überschritten,
13. Sicherheitsschleife geöffnet,
14. Reset des Prozessors auf der Steuereinheit.

HV

Das Pin 5 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt, wenn die HV-Erzeugung aktiviert wird.

ARC

Das Pin 7 des Steckverbinders „DIO“ wird für ca. 10 ms high gesetzt, wenn ein Überschlag detektiert wurde.

ARC Error

Das Pin 8 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt, wenn eine definierte Anzahl von Überschlägen innerhalb einer vorgegebenen Zeit auftritt (siehe Abschnitt 4.3).

Power On

Ist das Gerät eingeschaltet und die Versorgungsspannung verfügbar, wird das Pin 9 des Steckverbinders „DIO“ high gesetzt

8 SCPI-Befehlssatz mit EDCP

8.1 Einleitung

Dieser Befehlssatz ist an das iseg EDCP-CAN-Protokoll mit Status- und Event-Behandlung angelehnt. Die Status- und Event-Status-Felder werden nach der SCPI-Tabelle erläutert.

Bei der Eingabe ist die Angabe der entsprechenden Einheit optional (in der Tabelle durch [V] gekennzeichnet). Bei Ausgaben vom Gerät wird die Einheit immer mit angegeben.

Modul ist die Bezeichnung für das gesamte Hochspannungsgerät. Es kann mehrere Hochspannungs-Kanäle enthalten, bei Leistungsgeräten der Serie HPS/LPS ist jedoch nur ein Kanal integriert.

Tabelle 8.1: SCPI-Befehlssatz mit EDCP

Common-Befehle		
*IDN?		Abfrage der Modul-Kennung im Format: Hersteller, Gerätetyp, Seriennummer, Firmware-Version
*CLS		Modul (Event-)Status zurücksetzen
*RST		Gerät auf sichere Werte zurücksetzen (HV mit Rampe abschalten, Vset = 0, Iset = Inominal)
*LLO		Local Lockout (Fronttaster werden deaktiviert)
*GTL		Goto Local (Fronttaster werden aktiviert)
*INSTR?		Abfrage des eingestellten Befehlssatzes
*INSTR,EDCP		Umschalten zum EDCP-SCPI-Befehlssatz
SCPI-Befehle		
:VOLTage		
	<Voltage>[V]	Spannungs-Sollwert einstellen
	:LIMit <Voltage>[V]	Spannungs-Limit einstellen
	:BOUnds <Voltage>[V]	Spannungs-Bounds einstellen
	{ ON OFF }	Kanal Ein-/Ausschalten (mit eingestellter Rampe)
	EMCY OFF	Kanal Not-Ausschalten (ohne Rampe) ¹
	EMCY CLR	Modus Not-Aus verlassen ²
:CURRent		
	<Current>[A]	Strom-Sollwert einstellen
	:LIMit <Current>[A]	Strom-Limit einstellen
	:BOUnds <Current>[A]	Strom-Bounds einstellen
:EVEnt		
	CLEAR	Kanal Event-Status zurücksetzen
	:MASK <Word>	Kanal Event-Maske einstellen
:MEASure		
	:VOLTage?	Gemessene Spannung abfragen (V)
	:CURRent?	Gemessenen Strom abfragen (A)

^{1, 2} Wenn die Hochspannung mit :VOLT EMCY OFF abgeschaltet wird, bleibt der Kanal im Zustand Not-Aus. Um den Kanal wieder anzuschalten, muss der Zustand Not-Aus mit dem Befehl :VOLT EMCY CLR verlassen werden. Weiterhin muss das Kanal-Event-Statusbit EEMCY gelöscht werden, z. B. mit *CLS.

Tabelle 8.2: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP

:CONFigure		Modul Konfiguration setzen/abfragen
:RAMP		
	:VOLTage <RampSpeed>[V/s]	Einstellen der Spannungs-Rampe
	:CURRent <RampSpeed>[A/s]	Einstellen der Strom-Rampe
:Event		
	CLEAR	Modul-Event-Status löschen
	:MASK	Modul-Event-Maske einstellen
:KILL?		Status der Kill-Funktion abfragen
:KILL { 0 1 }		Kill-Funktion Ausschalten (0) oder Einschalten (1)
:AVERage?		Anzahl Stufen der Mittelwertbildung der Messwerte abfragen
:AVERage { 1 16 64 256 }		Anzahl Stufen der Mittelwertbildung der Messwerte einstellen. Diese Einstellung wird dauerhaft im EEPROM abgelegt.
:ETHERnet		
	:ADDRes?	Ethernet IP Adresse abfragen
	:ADDRes <xxx.xxx.xxx.xxx>	Ethernet IP Adresse einstellen
	:NETmask?	Ethernet IP Netzmaske abfragen
	:NETmask <xxx.xxx.xxx.xxx>	Ethernet IP Netzmaske einstellen
	:GATEway?	Ethernet IP Default Gateway abfragen
	:GATEway <xxx.xxx.xxx.xxx>	Ethernet IP Default Gateway einstellen
	:MAC?	Ethernet MAC-Adresse abfragen
:SERIAL		RS-232/USB Konfiguration
	:BAUDrate?	Serielle Baudrate abfragen
	:ECHO?	Seriell Echo abfragen
	:ECHO { 0 1 }	Seriell Echo aus- (0) oder einschalten (1)
:GPIB		
	:ADDRes?	IEEE-488/GPIB Adresse abfragen
	:ADDRes { 1...30 }	IEEE-488/GPIB Adresse einstellen
:CAN		
	:ADDRes?	CAN-Adresse abfragen
	:ADDRes { 0...63 }	CAN-Adresse einstellen
	:BITrate?	CAN-Bitrate abfragen
	:BITrate {125000/250000}	CAN-Bitrate einstellen
:INTERface LOCAL		Von Schnittstelle auf Lokalbetrieb zurückschalten
:INTERface?		Eingestellte Schnittstelle abfragen (nur bei Geräten mit Fronplatte möglich)
	:LIST?	Alle installierten Schnittstellen auflisten
:ARC		Abfrage/Steuerung des ARC-Managements
	:CONTRol?	Status des ARC-Managements abfragen
	:CONTRol { 0 1 }	ARC-Management aus- (0) oder einschalten (1)
	:NUMber?	Anzahl der ARC vor Abschaltung abfragen
	:NUMber { ArcNum _{min} ...ArcNum _{max} }	Anzahl der ARC vor Abschaltung einstellen
	:TIME?	Abfrage der eingestellten ARC-Zeitdauer
	:TIME { ArcTime _{min} ...ArcTime _{max} }	Einstellen der ARC-Zeitdauer
	:WAIT?	Abfrage der eingestellten Wartezeit nach ARC
	:WAIT { ArcWait _{min} ...ArcWait _{max} }	Einstellen der Wartezeit nach ARC
	:RAMP?	Abfrage der eingestellten Spannungsrampe nach ARC
	:RAMP { ArcRamp _{min} ...ArcRamp _{max} }	Einstellen der Spannungsrampe nach ARC

Tabelle 8.3: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP

:READ			
	:VOLTage?		Soll-Spannung abfragen (V)
	:LIMit?		Spannungs-Limit abfragen (V)
	:NOMinal?		Spannungs-Nominalwert abfragen (V)
	:BOUnds?		Spannungs-Bounds abfragen (V)
	:CURRent?		Soll-Strom abfragen (A)
	:LIMit?		Strom-Limit abfragen (A)
	:NOMinal?		Strom-Nominalwert abfragen (A)
	:BOUnds?		Strom-Bounds abfragen (A)
	:RAMP		
	:VOLTage?		Spannungs-Rampe abfragen (V/s)
	:CURRent?		Strom-Rampe abfragen (A/s)
	:MODule		
	:STATus?		Modul-Status abfragen (siehe 8.5)
	:EVENt		
		:STATus?	Modul-Event-Status abfragen (siehe 8.6)
		:MASK?	Modul-Event-Maske abfragen
	:SUPply?		Status der Modul-Stromversorgung abfragen (1 = OK, 0 = nicht OK)
	:TEMPerature?		Gemessene Modul-Temperatur in °C abfragen
	:CHANnel		
	:STATus?		Kanal-Status abfragen (siehe 8.3)
	:EVENt		
		:STATus?	Kanal-Event-Status abfragen (siehe 8.4)
		:MASK?	Kanal-Event-Maske abfragen

8.2 Ausgabeformate für Spannung und Strom

Tabelle 8.4: Ausgabeformat Spannung

Unominal	Ausgabeformat Spannungswerte
$100 \text{ V} \leq V_{\text{nom}} < 1 \text{ kV}$	123.456V
$1 \text{ kV} \leq V_{\text{nom}} < 10 \text{ kV}$	1.23456E3V
$10 \text{ kV} \leq V_{\text{nom}} < 100 \text{ kV}$	12.3456E3V

Tabelle 8.5: Ausgabeformat Strom

Inominal	Ausgabeformat Stromwerte
$1 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 10 \text{ mA}$	1.23456E-3A
$10 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 100 \text{ mA}$	12.3456E-3A
$100 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 1 \text{ A}$	123.456E-3A
$1 \text{ A} \leq I_{\text{nom}} < 10 \text{ A}$	1.23456A
$10 \text{ A} \leq I_{\text{nom}} < 100 \text{ A}$	12.3456A

Beispiele:

Modul-Identifikation auslesen:

*IDN?
iseq Spezialelektronik GmbH,HPp 40 207,680001,5.24

Sollspannung auf 1000.501 V setzen:

:VOLT 1000.501

Sollstrom auf 1.58 mA setzen:

:CURR 0.00158

Spannungsrampe auf 300 Volt pro Sekunde setzen:

:CONF:RAMP:VOLT 300

Erweiterte Beispiele:

Sollspannung und -strom einstellen und zurücklesen:

:VOLT 2000.5; :READ:VOLT?; :CURR 0.2; :READ:CURR?
2.00050E3V;200.000E-3A

Aktuell gemessene Spannung und Strom auslesen:

:MEAS:VOLT?; CURR?
2.00028E3V;19.9973E-3A

Beispiel: Einstellung der Parameter des ARC-Managements

Eine vollständige Beschreibung des ARC-Managements (Überschlagsbehandlungsroutine) befindet sich im Abschnitt 4.3. Die Einstellungen für das ARC-Management werden permanent im EEPROM des Prozessors abgelegt und stehen damit auch nach Wiedereinschalten des Gerätes zur Verfügung.

Mit den folgenden Einstellungen ist eine vollständige Überschlags-Erholungszeit (Full ARC Recovery) von 200 ms möglich:

:CONF:ARC:CONT 1	ARC-Management aktiviert
:CONF:ARC:NUM 10	Zehn Überschläge ...
:CONF:ARC:TIME 1	... während einer Sekunde zulässig
:CONF:ARC:WAIT 100E-3	Wartezeit zwischen Überschlägen 100 ms
:CONF:ARC:RAMP 1E5	Spannungsrampe nach Überschlag 100 kV/s ($V_{NOM} = 10 \text{ kV}$)

8.3 Kanal-Status (Lesezugriff)

:READ:CHANnel:STATus?

Tabelle 8.6: Kanal-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
isVoltageLimit	isCurrentLimit	isTrip	IsExtenal-Inhibit	isVoltage-Bounds	isCurrent-Bounds	isArcError	res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
isConstant-Voltage	isConstant-Current	isEmergency-Off	isRamping	isOn	isInputError	isArc	res

Das Kanal-Status-Register beschreibt den *aktuellen* Status. Abhängig vom Kanalzustand werden die Statusbits gesetzt oder gelöscht.

Tabelle 8.7: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Status Registers

Bit	Bit ist 1	Bit ist 0
isVoltageLimit	Spannungs-Limit V_{LIM} überschritten	Spannung unterhalb des Limits
isCurrentLimit	Strom-Limit I_{LIM} überschritten	Strom unterhalb des Limits
isTrip	Trip wird gesetzt, wenn Kill-Enable aktiv und Spannungs- oder Stromlimit oder I_{SET} überschritten wurde	Kein Trip
isExternalInhibit	Externes Inhibit ist aktiv	Kein externes Inhibit
isVoltageBounds	Gemessene Spannung außerhalb der Grenzen	Spannung innerhalb der Grenzen
isCurrentBounds	Gemessener Strom außerhalb der Grenzen	Strom innerhalb der Grenzen
isConstantVoltage	Konstant-Spannungsregelung aktiv (Spannungsquelle) (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)	Spannungsregelung nicht aktiv
isConstantCurrent	Konstant-Stromregelung aktiv (Stromquelle) (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)	Stromregelung nicht aktiv
isEmergencyOff	Not-Aus ohne Rampe	Kein Notaus
isOn	Hochspannung eingeschaltet	Hochspannung nicht eingeschaltet
IsRamping	Spannungsrampe läuft	Keine Spannungsrampe
isInputError	Eingabefehler	Kein Eingabefehler
isARC	Überschlag (ARC) detektiert	Kein Überschlag (ARC) detektiert
Res	Reserviert	

8.4 Kanal-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)

:READ:CHANnel:EvEnt:STATus?

Tabelle 8.8: Kanal-Event-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
EventVoltage-Limit	EventCurent-Limit	EventTrip	EventExternal Inhibit	EventVolage-Bounds	EventCurent-Bounds	EventArcError	res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
EventCostant-Voltage	EventCostant-Current	Event EmergencyOff	EventEnd-OfRamp	EventOnToOff	EventIput-Error	EventArc	res

Das Kanal-Event-Status-Register enthält den *eingefangenen* Status. Abhängig vom Kanalzustand werden die Event-Statusbits gesetzt aber nicht gelöscht. Die Bits können vom Benutzer gelöscht werden, indem eine 1 in das entsprechende Eventbit geschrieben wird. Alle Kanal-Events können mit :EVENT:CLEAR gelöscht werden.

Tabelle 8.9: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Event-Status Registers

Bit	Beschreibung
EventVoltageLimit	Spannungslimit wurde oder ist überschritten
EventCurrentLimit	Stromlimit wurde oder ist überschritten
EventTrip	Hochspannung wurde in Kill-Enable ohne Rampe abgeschaltet da Spannungs- oder Stromlimit oder I_{SET} überschritten wurden
EventExternalInhibit	Externes Inhibit war oder ist aktiv
EventVoltageBounds	Spannung außerhalb der Bounds
EventCurrentBounds	Strom außerhalb der Bounds
EventArcError	Anzahl der erlaubten ARCs wurde überschritten.
EventConstantVoltage	Kanal war oder ist in Spannungsregelung
EventConstantCurrent	Kanal war oder ist in Stromregelung
EventEmergencyOff	Hochspannung wurde durch Notaus abgeschaltet
EventEndOfRamp	Rampe ist beendet
EventOnToOff	Hochspannung wurde ohne Rampe abgeschaltet
EventInputError	Mindestens ein Eingabefehler ist aufgetreten
EventArc	Mindestens ein ARC ist aufgetreten
res	Reserved

Wenn eines der Event-Status-Bits EventVoltageLimit, EventCurrentLimit, EventTrip, EventExternalInhibit, EventVoltageBounds, EventCurrentBounds, EventArcError oder EventEmergencyOff gesetzt ist, wird das erneute Einschalten der Hochspannung verhindert, bis das entsprechende Bit vom Nutzer gelöscht wurde.

8.5 Modul-Status (Lesezugriff)

:READ:MODule:STATus?

Tabelle 8.10: Modul-Status-Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
isKillEnable	isTemperatureGood	isSupplyGood	isModuleGood	isEventActive	isSafetyLoopGood	isNoRamp	isNoSumError
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
res	isInputError	res	isService	isHighVoltageOn	res	res	isFineAdjust

Die Modul-Status-Register enthält den *aktuellen* Modulstatus.

Tabelle 8.11: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Status-Registers

Bit	Bit ist 1	Bit ist 0
isKillEnable	Modul ist im Zustand Kill enable	Modul ist im Zustand Kill disable
isTemperatureGood	Geräte-Temperatur zu hoch, Hochspannung wird ausgeschaltet	Geräte-Temperatur zu hoch
isSupplyGood	Stromversorgung ist in Ordnung	Stromversorgung ist nicht in Ordnung
isModuleGood	Gesamtstatus in Ordnung	Gesamtstatus nicht in Ordnung
isEventActive	Mindestens ein maskierter Event ist aktiv	Kein maskierter Event ist aktiv
isSafetyLoopGood	Interlock ist geschlossen	Interlock ist geöffnet
isNoRamp	Keine Rampe läuft	Mindestens eine Rampe läuft
isNoSumError	Kein Summenfehler	Summenfehler aktiv
isInputError	Mindestens ein Eingabefehler ist aufgetreten	Kein Eingabefehler
isService	Hardwarefehler aufgetreten: Bitte Hersteller kontaktieren	Kein Hardwarefehler
isHighVoltageOn	Hochspannung wird aktiv erzeugt oder gemessene Spannung ist größer 60 Volt	Hochspannung wird nicht aktiv erzeugt und gemessene Spannung ist kleiner 60 Volt
isFineAdjust	Justierung ist angeschaltet	Justierung ist ausgeschaltet
res	Reserved	Reserved

8.6 Modul-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)

:READ:MODule:EvEnt:STATus?

Das Modul-Event-Status-Register enthält den eingefangenen Status. Abhängig vom Modulzustand werden die Event-Statusbits gesetzt aber nicht gelöscht. Die Bits können vom Benutzer gelöscht werden, indem eine 1 in das entsprechende Eventbit geschrieben wird. Alle Modul-Events können mit :CONFIGURE:EVENT:CLEAR gelöscht werden.

Tabelle 8.12: Modul-Event-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
res	EventTemperatureNotGood	EventSupplyNotGood	res	res	EventSafetyLoopNotGood	res	res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
res	EventInputError	res	res	EventService	res	res	res

Tabelle 8.13: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Event-Status Registers

EventTemperatureNotGood	Gerätetemperatur war oder ist größer als 55 °C
EventSupplyNotGood	Spannungsversorgung war oder ist fehlerhaft
EventSafetyLoopNotGood	Interlock war oder ist offen
EventService	Ein Hardware-Fehler war oder ist aufgetreten. Bitte Hersteller kontaktieren.
Reserved	
EventInputError	Mindestens ein Eingabefehler ist oder war aufgetreten

9 Weitere Befehlssätze

Die Kompatibilität zu weiteren Befehlssätzen (ET-Befehlssatz, SCPI-Befehlssatz alt) bleibt erhalten. Details zu diesen Befehlssätzen können beim Gerätehersteller, der iseg Spezialelektronik GmbH, angefordert werden.

Erweiterungen, z. B. die Parametrierung der Überschlagsbehandlungsroutine, werden nicht vorgenommen.

10 Fehlersuche

10.1 Fehlerquittierung

Für das Rücksetzen oder Quittieren eines Fehlerereignisses gibt es folgende Möglichkeiten:

- Steigende Flanke der INHIBIT-Funktion (Abschnitt 5.9 und Abschnitt 5.10)
- Betätigung der Taste „KILL ESC“ an der Frontplatte (Abschnitt 6.1) oder
- Über die digitalen Schnittstellen mit dem Befehl *CLS (Abschnitt 8.1)

10.2 Fehlermeldungen auf den LC-Displays

Tabelle 10.1: Fehlermeldungen auf den LC-Displays

Fehlermeldungen im laufenden Betrieb	
Anzeige:	Bedeutung:
SAFETYLOOP	Sicherheitsschleife (Interlock) ist nicht geschlossen. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
OVERTEMPERATURE	Gerät hat die Hochspannung aufgrund Übertemperatur abgeschaltet (Abschnitt 4.1).
ERROR: SUPPLY	Entweder die Netzeingangsspannung oder eine interne Hilfsspannung liegt unter bzw. über dem vorgegebenen Grenzwert.
EXTERNAL INHIBIT	Externes INHIBIT ist aktiv. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
OVP	Maximaler zulässiger Wert der Ausgangsspannung überschritten (Abschnitt 4.1).
ERROR ARC	Fehler: Eingestellte Anzahl Überschläge wurde überschritten (Abschnitt 4.3)
EMERGENCY OFF	Hochspannung wurde mit Emergency Off schnell abgeschaltet.
CURRENT TRIP	Stromsetzwert wurde bei Kill Enable erreicht. Hochspannung wurde schnell abgeschaltet.
ERROR: SERVICE	Hochspannungsgerät fehlerhaft. Das Gerät muss zum Service eingeschickt werden.
Fehlermeldung während des Startvorgangs	
Anzeige:	Bedeutung:
CONTACT SERVICE	Das Gerät muss zum Service eingeschickt werden.

10.3 Weitere Fehler

Tabelle 10.2: Fehlersuche

Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Lüfter drehen sich nicht	⇒	- Überprüfung Netzspannung, Netzanschluss
Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Lüfter drehen sich.	⇒	- Überprüfung Netzspannung - Überprüfung Umgebungstemperatur ($T_U \leq 50^\circ\text{C}$) - Überprüfung Steuerspannung - Überprüfung Steuersignal INHIBIT Funktion - Überprüfung Interlocksicherheitsschleife
Beim Netzeinschalten lösen externe Sicherungsautomaten aus.	⇒	- Sicherungen mit träger Charakteristik verwenden (Einschaltstromspitze 20 A)
Gerät liefert nur für kurze Zeit Ausgangsspannung	⇒	- Überprüfung Zustand Filtermatte

Führen diese Maßnahmen nicht zum Erfolg, muss das Gerät von autorisiertem Fachpersonal überprüft bzw. zur Überprüfung an den Hersteller gesandt werden.

11 Wartung

Zur Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit der SETZ- und MONITOR-Signale ist das Gerät jährlich zu kalibrieren.

Reparatur- und Wartungsarbeiten im Gerät dürfen nur von ausgebildetem und autorisiertem Fachpersonal vorgenommen werden.