

high voltage - - - -

iseg
Spezialelektronik GmbH

Bedienungsanleitung

**Hochspannungsversorgung
der Geräteklasse
EPS 60 W**



Allgemeine Hinweise

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

Wir lehnen jede Haftung für Schäden und deren Folgen, die beim unsachgemäßen Einsatz unserer Geräte entstehen können, ab. Deshalb ist diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme aufmerksam zu lesen!

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.

Revision: 2013-09-17_deu

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise.....	5
2	Technische Daten.....	6
2.1	Geräteklasse.....	6
2.2	Beschaltung Hochspannungsausgang.....	7
2.3	Maße.....	7
2.4	Anschlussbelegung.....	8
3	Gerätebeschreibung.....	9
4	Funktionsbeschreibung.....	9
4.1	Überwachung.....	9
4.2	Betriebsarten.....	9
4.3	Spezielle Funktionen.....	10
5	Bedienung.....	11
5.1	Beschreibung der Analog-Schnittstelle.....	11
5.2	Inbetriebnahme, Einschalten.....	13
6	Fehler.....	14
7	Wartung.....	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Beschaltung Hochspannungsausgang.....	7
Abbildung 2.2:	Maßzeichnung.....	7
Abbildung 5.1:	Ausgangsbeschaltung.....	12


Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Technische Daten, Geräteklasse EPS 150 W.....	6
Tabelle 2-2:	Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker.....	8
Tabelle 5-1:	Funktion der Signale INHIBIT und ON.....	11
Tabelle 5-2:	Logiktablelle der Signale INHIBIT und ON.....	11
Tabelle 6-1:	Fehlersuche.....	14

1 Sicherheitshinweise

Die Hochspannungsversorgung 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 EPS 60 W werden von einer Gleichspannung zwischen 22,8 V und 25,2 V versorgt und erzeugen eine Ausgangsspannung bis zu 30 kV. Die Nichtbeachtung dieser Spannungsverhältnisse kann Tod, schwere Körperverletzung und / oder Sachschaden verursachen.**


Die Verbindungen zum Schutzleiter oder zum örtlichen Potentialausgleich müssen nach der Montage auf einwandfreie Funktion geprüft werden.

Als Rückleiter wird der Schirm des Hochspannungskabels verwendet.

Das Gerät ist für einen lüfterlosen Betrieb konzipiert, ein genügender Luftdurchsatz muss durch die Einbaulage gewährleistet werden. Die Luftein- und -austrittsöffnungen dürfen nicht abgedeckt oder verbaut werden.

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

Warnung!  **Bei einer Umgebungstemperatur größer als 40 °C können die Temperaturen am Gehäuse 45 °C überschreiten!**

Warnung!  **Es ist untersagt das Gehäuse zu öffnen, um mögliche Schäden vom Benutzer abzuwenden! Bevor Arbeiten am Verbraucher und am Hochspannungsausgang des Gerätes vorgenommen werden, muss dieser mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.**

2 Technische Daten

2.1 Geräteklasse

Tabelle 2-1: Technische Daten, Geräteklasse EPS 60 W

Geräteklasse EPS 60 W													
Ausgangsspannung V_{nom} [kV]	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0	30,0
Ausgangsstrom I_{nom} [mA]	120	60	40	30	20	15	12	10	7	6	4	3	2
Restwelligkeit - Spannungsregelung [V _{p-p}] max.	0,25 ¹⁾	0,5 ¹⁾	0,75 ¹⁾	1,0 ¹⁾	1,5 ¹⁾	2,0 ¹⁾	2,5 ¹⁾	3,0 ¹⁾	4,0 ¹⁾	5,0 ¹⁾	120	400	500
Ausgangskapazität C_O [nF] nominal	3000	1200	750	600	140	64	64	64	21,5	21,5	6,8	3,0	2,2
Ausgangskapazität C_O [nF] bei Nennspannung	3000	1200	750	600	28	26	22	20	8	6,5	2,8	1,4	0,95
Dämpfungswiderstand R_D [kΩ]	0,02	0,1	0,1	0,1	1,0	1,0	1,4	3,6	9,0	9,0	13,5	55,0	68,0
Entladewiderstand R_{DIS} [MΩ]	5	55	55	55	55	55	500	500	500	500	330	330	330
HV-Anschluss	geschirmtes HV-Kabel, 600 mm Länge												
Polarität	x, n → negativ oder p → positiv												
Wirkungsgrad	> 80% (P_{nom})												
Stabilität	$\Delta v < 0,03\% * V_{nom}$ (nach 8 h unter konstanten Bedingungen, nach ½ h Erwärmung)												
Regelabweichung Spannungsregelung	$\Delta v < 0,02\% * V_{nom}$ (ΔV_{in} , $0 \leq I_{OUT} \leq I_{nom}$)												
Regelabweichung Stromregelung	$\Delta i < 0,01\% * I_{nom}$ (ΔV_{in} und Kurzschluss $\leq R_L <$ Leerlauf)												
Genauigkeit	Spannung: < 1% * V_{nom} für ein Jahr Strom: < 1% * I_{nom} für ein Jahr												
Temperaturkoeffizient	< $2 * 10^{-4} / K$												
Fernsteuerung (AIO)	analoge Signale					Pegel			0 V – 5 V ²⁾				
	digitale Signale					Pegel tief		0 V – 1 V		Pegel hoch			
Rampe beim Ein-/Ausschalten	0,25 * V_{nom} / Sekunde												
Versorgung	22,8 VDC $\leq V_{in} \leq$ 25,2 VDC / $I_{in} \leq$ 3,2 A												
Kühlung	freie Konvektion, Einbaulage beachten												
Überwachungen	Versorgungsspannung (Unterspannung), Ausgangsspannung (Überspannung), Hilfsspannungen, Übertemperatur, Interlock (optional)												
Sicherheit	optional Interlock-Sicherheitsschleife												
Maximal Anzahl kompletter Entladungen (Überschläge) je Zeiteinheit	1/s												
Abmessungen (L/B/H)	(108/185/57) mm												
Gewicht	1,0 kg - 1,25 kg , abhängig von Ausführung												
Betriebsbedingungen	Temperatur: 0 °C bis 50 °C Luftfeuchtigkeit: 20% bis 90%, nicht kondensierend												
Lagerbedingungen	-25 °C bis 80 °C												

¹⁾ andere Werte auf Anfrage

²⁾ optional 10 V

2.2 Beschaltung Hochspannungsausgang

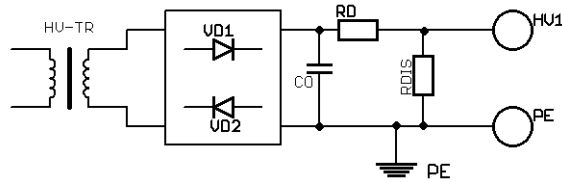


Abbildung 2.1: Beschaltung Hochspannungsausgang

2.3 Maße

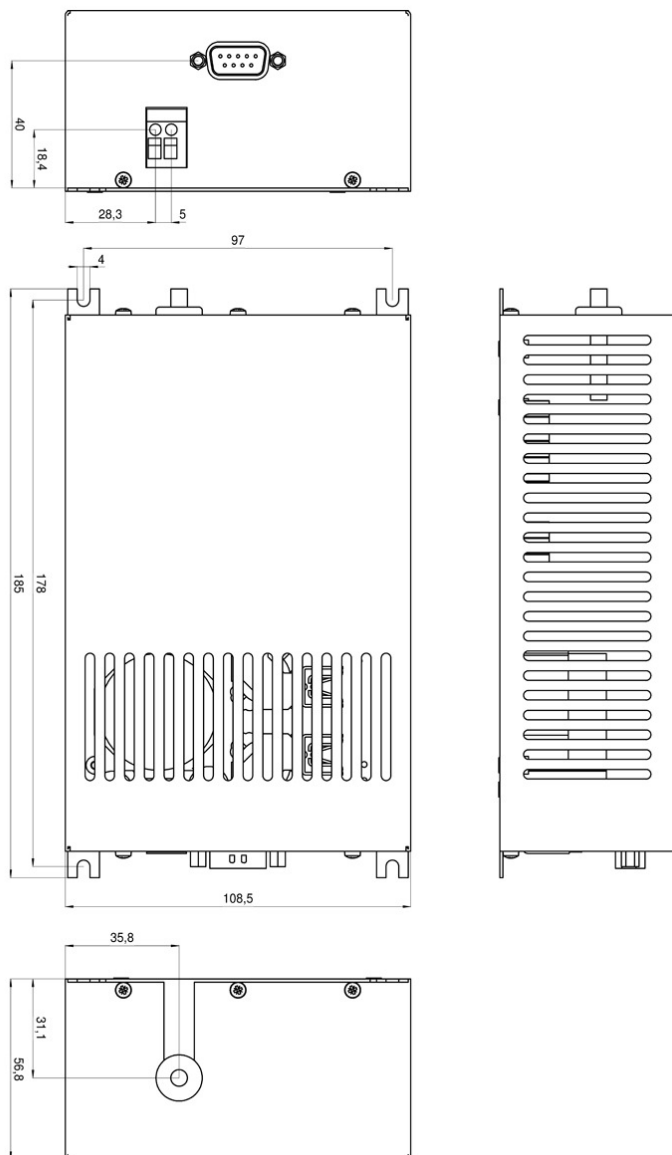


Abbildung 2.2: Maßzeichnung

2.4 Anschlussbelegung

2.4.1 DC-Versorgungsanschluss

Die Verbindung des Gerätes mit einer Gleichspannungsversorgung geschieht mit Hilfe der zwei Schraubklemmen an der Frontseite des Gerätes (maximaler Anschlussquerschnitt 2,5 mm²), welche mit 0 V bzw. +24 V gekennzeichnet sind.

2.4.2 HV-Anschluss

Das Gerät verfügt über einen HV-Anschluss über ein geschirmtes Hochspannungskabel. Das Kabel ist an der Last fachgerecht anzuschließen und entsprechend der Nominalspannung des Gerätes zu isolieren. Als Rückleiter wird der Schirm des HV-Kabels verwendet.

2.4.3 Analog-Schnittstelle-Steckverbinder

Die analogen Ein- und Ausgänge sowie die digitalen Steuersignale werden über den D-SUB-9-Einbaustecker auf der Frontseite des Gerätes übertragen. Der Stecker hat folgende Belegung:

Tabelle 2-2: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker

Analog-Schnittstelle, D-SUB-9-Stecker			
Pin 1	GND	0 V	verbunden mit GND und 0 V Versorgung
Pin 2	IMON	Monitor Ausgangsstrom	$I_{out} = 0 \text{ bis } I_{nom} \Rightarrow V_{MON_I} = 0 \text{ bis } 5 \text{ V}^{1)}$
Pin 3	INH	HV gesperrt / freigegeben Fehler rücksetzen	TTL Pegel tief, aktiv 0 V – 1 V hoch, inaktiv 3,5 V – 10 V oder offen
Pin 4	ISET	Setzwert Ausgangsstrom	$V_{SET_I} = 0 \text{ bis } 5 \text{ V}^{1)}$ $\Rightarrow I_{Oout} = 0 \text{ bis } I_{Nom}$
Pin 5	ON	HV ein / aus	TTL Pegel tief, ein 0 V – 1 V hoch, aus 3,5 V – 10 V oder offen
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9	verbunden mit 0 V und 0 V Versorgung
Pin 7	VMON	Monitor Ausgangsspannung	$V_{out} = 0 \text{ bis } V_{nom} \Rightarrow V_{MON_V} = 0 \text{ bis } 5 \text{ V}^{1)}$
Pin 8	VSET	Setzwert Ausgangsspannung	$V_{SET_V} = 0 \text{ bis } 5 \text{ V}^{1)}$ $\Rightarrow V_{out} = 0 \text{ bis } V_{nom}$
Pin 9	REF	Referenzspannung	$V_{Ref} = 5,0 \text{ V}^{1)}$ bei 10 k Ω Belastung

¹⁾ optional 10 V

Warnung!



Die Ein- und Ausgänge sind galvanisch mit dem Gehäuse des Gerätes, dem Rückleiter der Hochspannung und der Versorgungsspannung verbunden.

Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät durch Trennen der Versorgungsspannung auszuschalten.

3 Gerätebeschreibung

Das Gerät aus der Baureihe EPS 60 W dient der Erzeugung einer stabilen Hochspannung.

Es erzeugt aus einer Versorgungsspannung von 22,8 V-DC bis 25,2 V-DC eine Gleichspannung bis zur entsprechenden Nominalspannung.

Das Gerät wird über einen D-Sub-9-Steckverbinder mit analogen und digitalen Signalen gesteuert und überwacht. Über den ON-Eingang kann die HV-Erzeugung mit Rampe ein- und ausgeschaltet, mit dem INHIBIT-Eingang gesperrt werden.

Die vereinfachte Funktionsweise des Gerätes wird im Folgenden beschrieben.

Unmittelbar an den Anschlussklemmen der Versorgungsspannung ist zur Bedämpfung hochfrequenter Störsignale intern ein Filter angeordnet. Die gefilterte Versorgungsspannung wird durch eine Elektrolytkondensatorbatterie gestützt. Mittels einer Resonanzwandlerschaltung wird daraus eine sinusförmige, steuerbare Wechselspannung erzeugt. Über einen HV-Transformator, an diesen angeschlossen Gleichrichter und einem nachgeschalteten Filter wird entsprechend der externen Setzwertspannung eine Ausgangsspannung bereit gestellt. Durch zwei Präzisionsspannungsteiler und einen Shunt wird die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom gemessen und der Steuereinheit zugeführt. Der zwischen den Ausgang und den intern angeordneten Kondensatoren geschaltete Dämpfungswiderstand begrenzt den Ausgangsstrom während eines Lastwechsels oder eines Überschlags.

Das Gerät arbeitet mit einer festen Schaltfrequenz, die Ausgangsparameter werden mit Hilfe einer Pulsweitenmodulation (PWM) geregelt.

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 Versorgungsspannung sowie die Temperaturen einzelner Baugruppen.

Optional kann das Gerät mit einer Interlock-Sicherheitsschleife ausgerüstet werden, welche die HV-Erzeugung sicher unterbricht.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Überwachung

4.1.1 Spannungen

Bei diesem Gerät wird die Versorgungsspannung sowie interne Hilfsspannungen auf Unterschreitung überwacht. Ist eine der Spannungen außerhalb des erlaubten Bereiches, wird die Hochspannungserzeugung sofort gestoppt und der Setzwert der Ausgangsspannung auf Null gesetzt. Nach Wiedereintritt der überwachten Spannungen in den erlaubten Betriebsbereich wird die Hochspannungserzeugung sofort aktiviert.

4.1.2 Temperatur

Bei diesem Gerät wird die Temperatur einzelner Baugruppen überwacht. Übersteigt die Temperatur an einem der Messpunkte den zulässigen Wert, so wird die Hochspannungserzeugung sofort gestoppt und der Setzwert der Ausgangsspannung auf Null gesetzt. Nach Wiedereintritt der Temperatur in den erlaubten Betriebsbereich wird die Hochspannungserzeugung sofort aktiviert.

4.2 Betriebsarten

Das Gerät wird über ein Analogschnittstelle gesteuert. Abbildung 4.1 zeigt den Betriebsbereich des Gerätes. Der Bereich wird durch die Nominalwerte von Ausgangsspannung und –strom begrenzt, im Schnittpunkt der beiden Werte arbeitet das Gerät bei Nominalleistung.

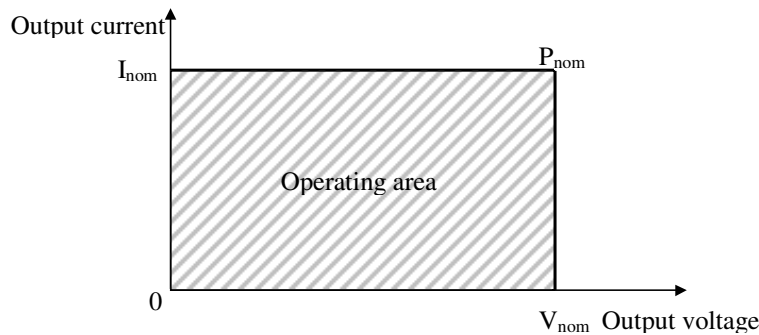


Abbildung 4.1: Betriebsbereich des Gerätes.

Es gibt zwei Betriebsarten, die

- Spannungsregelung (CV): Die Ausgangsspannung wird über den Setzwert V_{Set_V} geregelt, der Ausgangsstrom muss dabei kleiner als der eingestellte Setzwert sein ($V_{\text{mon}_i} < V_{\text{set}_i}$).
- Stromregelung (CC): Der Ausgangsstrom wird über den Setzwert V_{Set_I} geregelt, die Ausgangsspannung muss dabei kleiner als der eingestellte Setzwert sein ($V_{\text{mon}_V} < V_{\text{set}_V}$).

4.3 Spezielle Funktionen

4.3.1 Rampenfunktion

Bei diesem Gerät wird nach dem Aktivieren der HV-Erzeugung der interne Setzwert der Spannung von Null bis zum eingestellten Setzwert mit $\Delta V/\Delta t = 0,25 * V_{\text{nom}} / \text{Sekunde}$ erhöht. Wird dabei der eingestellte Strom nicht erreicht oder überschritten, folgt die Ausgangsspannung dieser Setzwertrampe.

Beim Abschalten sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Abschalten mit ON: Der interne Setzwert der Spannung wird vom eingestellten Setzwert bis Null mit $\Delta V/\Delta t = -0,25 * V_{\text{nom}} / \text{Sekunde}$ verringert,
- Abschalten mit INHIBIT: Die HV-Erzeugung wird sofort unterbrochen, der Setzwert der Spannung wird auf Null gesetzt.

Warnung!



Auch nach dem Abschalten der Hochspannungserzeugung kann am Ausgang der Gerätes eine gefährliche Spannung anliegen. Bevor der Ausgang spannungsfrei ist, müssen erst die internen und externen Kapazitäten über die Last und den sehr hochohmigen Entladewiderstand entladen werden.

4.3.2 Interlock

Optional verfügt das Gerät auf der Frontseite über 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 ein eingebautes mechanisches 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), fällt das Relais ab. Die Hochspannungserzeugung wird gestoppt, da mit Hilfe des Relais die Ansteuerimpulse der Leistungshalbleiter des Wechselrichters unterbrochen und kurzgeschlossen werden.

Achtung!

Bevor der Ausgang spannungsfrei ist, müssen erst die internen und externen Ausgangskapazitäten entladen werden. Der interne Entladewiderstand 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. Wird die Sicherheitsschleife geschlossen, kann die HV-Erzeugung aktiviert werden. Sind die Signale ON und INHIBIT so geschaltet, dass die HV-Erzeugung freigegeben ist, wird nach dem Schließen der Sicherheitsschleife die HV-Erzeugung aktiviert und der interne Setzwert der Spannung von Null bis zum eingestellten Setzwert mit $\Delta V/\Delta t = 0,25 * V_{nom} / \text{Sekunde}$ erhöht.

5 Bedienung

5.1 Beschreibung der Analog-Schnittstelle

5.1.1 Setzwerte

Eine Spannung von 0 - 5 V (optional 0 – 10 V), angelegt am Pin 8 des Steckverbinders, steuert die Ausgangsspannung von 0 - V_{nom} . Eine Spannung von 0 - 5 V (optional 0 – 10 V), angelegt am Pin 4 des Steckverbinders, steuert den Ausgangsstrom von 0 – I_{nom} . Bleibt Pin 4 unbeschaltet, entspricht der maximale Ausgangsstrom des Gerätes dem Nominalstrom I_{nom} .

5.1.2 Monitorspannungen

Am Pin 7 des Steckverbinders ist eine der Ausgangsspannung und am Pin 2 eine dem Ausgangsstrom proportionale Spannung von 0 – 5 V (optional 0 – 10 V) verfügbar.

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



5.1.3 INHIBIT, ON

Das Gerät verfügt über die Signale INHIBIT (Pin 3 des Steckverbinders) und ON (Pin 5 des Steckverbinders). Mit beiden Signalen kann die Hochspannungserzeugung eingeschaltet werden. Die Signale unterscheiden sich in ihrer Funktionalität, wie in Tabelle 5-1 zusammengestellt ist.

Tabelle 5-1: Funktion der Signale INHIBIT und ON

Funktion	INHIBIT	ON
Pegel tief, $V_{IHH,ON} < 1 \text{ V}$	Aktiviert, HV gesperrt	HV ein
Pegel hoch, $V_{IHH,ON} > 3,5 \text{ V}$	Deaktiviert, HV freigegeben	HV aus
Rampe beim Einschalten	ja	ja
Rampe beim Ausschalten	nein	ja

Um die Hochspannungserzeugung zu ermöglichen, müssen beide Signale die HV einschalten bzw. freigeben. Die Schaltzustände und die logischen Verknüpfungen sind in Tabelle 5-2 dargestellt.

Tabelle 5-2: Logiktablelle der Signale INHIBIT und ON

INHIBIT	ON	HV-Erzeugung
HV gesperrt	HV aus	aus
HV gesperrt	HV ein	aus
HV freigegeben	HV aus	aus
HV freigegeben	HV wird eingeschaltet	Rampe nach V_{nom}
HV freigegeben	HV wird ausgeschaltet	Rampe nach Null
HV wird freigegeben	HV ein	Rampe nach V_{nom}
HV wird gesperrt	HV ein	aus

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



5.1.4 Referenz

Am Pin 9 des Steckverbinders ist eine Referenzspannung von 5,05 V (optional 10,1 V) abgreifbar. Die Referenz kann zur Vorgabe der Setzwerte über Potentiometer verwendet werden, wie in Abbildung 5.1 gezeigt ist. Bei einer Gesamtbelastung der Referenz mit 1 mA beträgt die Referenzspannung am Steckverbinder 5,0 V (10,0 V).

Abbildung 5.1 zeigt die Beschaltung der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

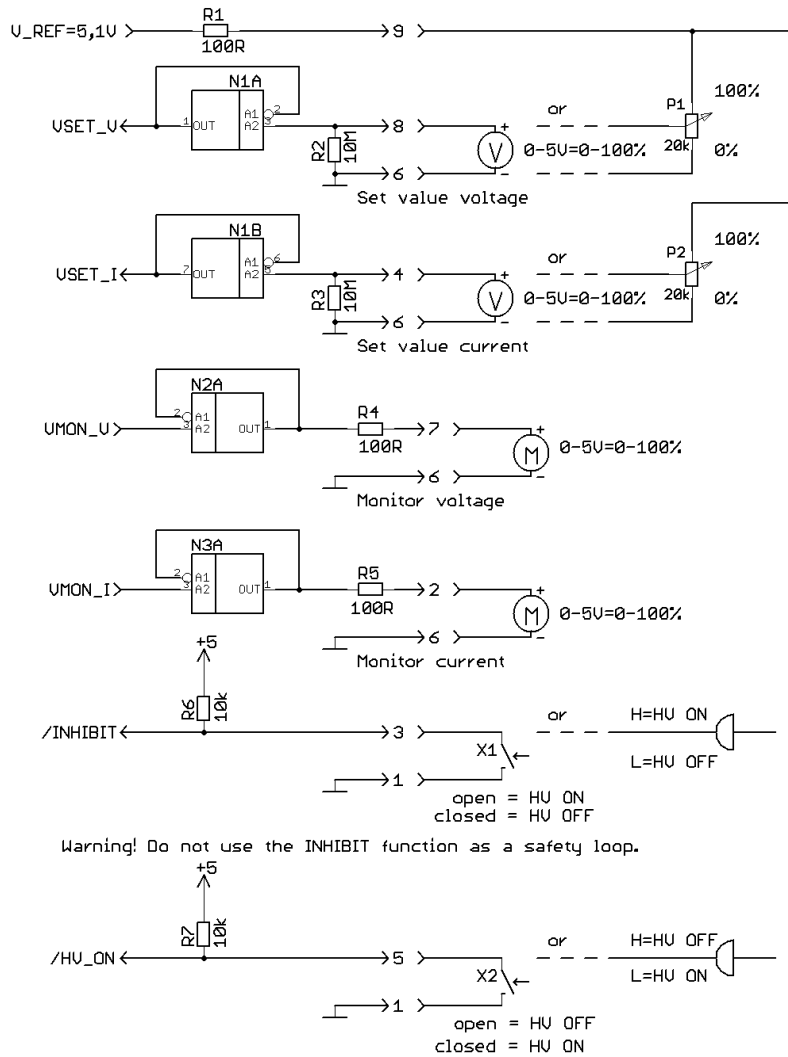


Abbildung 5.1: Beschaltung der Steuereingänge

5.2 Inbetriebnahme, Einschalten

- Versorgungsspannung 24 VDC ausschalten,
- Schutzleiter/örtlichen Potentialausgleich mit dem Gerät verbinden,
- Versorgungsspannung 24 VDC mit den Eingangsklemmen verbinden (+ 24 V → + ; GND → -),
- HV-Anschluss mit dem Verbraucher verbinden,
- Rückleiterverbindung zwischen Masse des Verbrauchers und Gerätes herstellen
- optional: Interlock-Schnittstelle in die Sicherheitsschleife des Verbrauchers integrieren,
- Anlogschnittstelle anklennen,
- Gerät mit Versorgungsspannung 24 VDC einschalten,
- Setzwerte einstellen,
- INHIBIT deaktivieren und ON einschalten, Hochspannungserzeugung startet, die Spannung steigt mit der Rampe von $0,25 V_{nom}/\text{Sekunde}$ bis zum eingestellten Setzwert von Spannung oder Strom
- Setzwerte können verändert und die Monitorwerte ausgelesen werden
- Die Hochspannungserzeugung kann durch Schalten
 - des Signal ON auf Aus (hoch oder offen) mit Rampe oder
 - des Signal INHIBIT auf Aktiv (tief) ohne Rampe abgeschaltet werden.

Warnung!



Nach dem Abschalten wird die Erzeugung der Hochspannung deaktiviert. Bevor der Ausgang spannungsfrei ist, müssen erst die internen und externen Kapazitäten über die Last und den sehr hochohmigen Entladewiderstand entladen werden.

6 Fehler

Die folgenden Ereignisse werden als Fehler erkannt, die Hochspannungserzeugung wird gestoppt und der Setzwert der Ausgangsspannung auf Null gesetzt:

- Unterspannung der Versorgungsspannung,
- Unterspannung einzelner Hilfsspannungen,
- Übertemperatur einzelner Baugruppen.

Warnung! Befinden sich nach einem Fehlerereignis alle Parameter wieder im erlaubten Betriebsbereich, wird die Hochspannungserzeugung sofort aktiviert.



Tabelle 6-1: Fehlersuche

Gerät liefert keine Ausgangsspannung,	⇒	- Überprüfung Versorgungsspannung - Überprüfung Umgebungstemperatur ($T_U \leq 50^\circ\text{C}$) - Überprüfung Steuerspannung - optional: Überprüfung Interlock-Sicherheitsschleife
Gerät liefert nur für kurze Zeit Ausgangsspannung	⇒	- Überprüfung Umgebungstemperatur ($T_U \leq 50^\circ\text{C}$) - Überprüfung des Luftdurchsatzes (Lüftungsschlitze müssen frei sein)

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

7 Wartung

Zur Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit der Soll- und Monitor-Signale ist das Gerät jährlich zu kalibrieren.

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