



HVD 450

Sicheres und verschleißfreies Entladen von Hochspannungs- Zwischenkreisen



Anwendung

Der zunehmende Einsatz von Spannungsniveaus von bis zu 1500 V in DC-Zwischenkreisen machen den Einsatz von effizienten Energiespeicher- und Entladesystemen entscheidend. Der HVD 450 ermöglicht schnelles und verschleißfreies Umschalten von HV-Entladekreisen unter Last, was eine dauerhaft zuverlässige Performance gewährleistet. Das Gerät überwacht den Entladevorgang präzise in Echtzeit durch das Messen von Entladestrom und Zwischenkreisspannung. Die Steuerung erfolgt einfach und effizient mittels eines standardmäßigen 5-24-V-Signals von einer SPS. Es bietet umfassende Rückmeldungen über den Entladevorgang, einschließlich potenzieller Fehler oder Gefährdungen.

Eigenschaften

- SiC-basiertes Halbleiterschütz
- Verschleißfreies Schalten von Hochspannungs-Gleichstromverbindungen
- Schnelle Entladezeiten durch hohen Entladestrom (8A pro Gerät, mehrere Geräte parallel zur Stromvervielfachung möglich)
- Integrierte Strom- und Spannungsüberwachung
- Robuster und intelligenter Ersatz für mechanische Entladungsschütze
- Statusausgänge und Signalisierung von Gefahrenpotentialen

Handbuch HVD 450

WINSMART-Unterstützung ab Version 4.0
MODBUS-RTU-Kommunikation

Doku-Nr.: 735
Revision: 1.2
Ausgabedatum: 10/23

Hersteller:

Mütec Instrumente GmbH
Bei den Kämpfen 26
21220 Seevetal
Deutschland

Tel.: +49 (0) 4185 8083-0
Fax: +49 (0) 4185 808380
E-Mail: info@muetec.de
Internet: www.muetec.de

Lizenz-, Marken- und Urheberrechtshinweise

Modbus™ ist eine eingetragene Marke von Modicon Inc.
Windows™ ist eine eingetragene Marke der Microsoft Corp.

Urheberrecht © Mütec Instruments GmbH

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es unterstützt den Anwender bei der sicheren und effizienten Nutzung des Gerätes. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Jede Zuwiderhandlung zieht Schadenersatzansprüche nach sich. Die in diesem Dokument beschriebene Software ist lizenziert und darf nur in Übereinstimmung mit den Lizenzbedingungen verwendet und kopiert werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt des gedruckten Dokuments auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir keine Garantie für die vollständige Übereinstimmung übernehmen können. Die Angaben in diesem Druckerzeugnis werden regelmäßig überprüft. Korrekturen und Ergänzungen werden in der jeweils folgenden Version vorgenommen. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Technische Änderungen vorbehalten

Inhalt

1	Sicherheitshinweise und Installation.....	4
2	Klassifizierung der Sicherheitsanweisungen.....	5
3	Allgemeine Anweisungen.....	7
4	Technische Daten	11
4.1	Lastausgang	11
4.2	DC Zwischenkreis Eingang.....	11
4.3	„Discharge“ Status-Ausgang	11
4.4	“Error” Status-Ausgang.....	11
4.5	„Start“ Signal-Eingang	11
4.6	Versorgung	11
4.7	LEDs	11
4.8	Allgemeine Daten	12
4.9	Normen	12
4.10	Einbau.....	13
4.11	Gehäuseabmessungen.....	14
4.12	Blockschaltbild	14
4.13	Typenschild.....	15
5	Beispiel Zwischenkreisverbindung	15
5.1	Kurvenverlauf und Charakteristik der Entladung	15
5.2	Beispielrechnung der Entladeparameter	16
5.3	Setting the time constant	17
6	Erhöhung der Entladeströme durch Parallelisierung.....	17
7	Funktionsbeschreibung des HVD 450	18
7.1	Messung	18
7.2	Messgenauigkeit.....	18
7.3	Entladevorgang.....	18
7.4	Mögliche Fehlerursachen	20
7.5	Status Übersicht	21
7.6	Statusdiagramm.....	22

1 Sicherheitshinweise und Installation



GEFAHR: Hochspannung / Lebensgefahr!

Das Gerät ist für Sekundärspannungen bis 2000 V ausgelegt und darf nur in sicherer Betriebsumgebung eingesetzt werden. Für die Installation und den Betrieb sind die angegebenen Sicherheitsbedingungen und Sicherheitsrichtlinien (einschließlich nationaler Sicherheitsrichtlinien, Unfallverhütungsvorschriften) zu beachten. Sicherheitsrichtlinien (u.a. nationale Sicherheitsrichtlinien), Unfallverhütungsvorschriften und allgemeine technische Regeln sind zu beachten. Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise auf den folgenden Seiten.

Hinweis: Hochspannung darf nur an den 3-poligen Klemmen T-19...T-27 angeschlossen werden.

T-21/22(+) und **T25/26(-)** für den Entladekreis

T-17/18(+) und **T25/26(-)** für den DC-Zwischenkreis



Hinweis: Installation, Betrieb und Wartung dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.

Bei Installation und Betrieb des Gerätes sind die geltenden Sicherheitsrichtlinien (einschließlich der nationalen Sicherheitsrichtlinien), Unfallverhütungsvorschriften und allgemeinen technischen Regeln zu beachten.



Hinweis: Auf die Schaltkreise des Geräts darf nicht zugegriffen werden.

Reparieren Sie das Gerät nicht selbst, sondern ersetzen Sie es durch ein gleichwertiges Gerät. Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.



Hinweis: Das Gerät ist für die Schutzklasse IP20 geeignet, wenn:

- Es wird außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen installiert
- Die Umgebung ist sauber und trocken



Zweipolige Trennvorrichtung:

- Gemäß der Niederspannungsrichtlinie muss eine zweipolige Trennvorrichtung zwischen dem Gerät und der Hilfsenergie vorhanden sein. Sie muss deutlich gekennzeichnet und leicht zugänglich sein

Installieren Sie das Gerät in einem geeigneten Gehäuse mit geeigneter Schutzart nach IEC 60529 zum Schutz vor mechanischen und elektrischen Schäden.

Die sicherheitsrelevanten Daten sind in der Betriebsanleitung oder in anderen Bescheinigungen (falls erforderlich) zu finden.

2 Klassifizierung der Sicherheitsanweisungen

Diese Anleitung enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Diese Hinweise sind durch ein dreieckiges Warnzeichen hervorgehoben und je nach Gefährdungsgrad wie folgt dargestellt.



GEFAHR

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten werden, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



WARNUNG

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



VORSICHT

mit einem dreieckigen Warnzeichen bedeutet, dass es zu leichten Körperverletzungen kommen kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

VORSICHT

ohne dreieckiges Warnzeichen bedeutet, dass Sachschäden auftreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



ACHTUNG

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder ein unerwünschter Zustand eintreten kann, wenn die entsprechende Anweisung nicht befolgt wird.



ANMERKUNG

kennzeichnet wichtige Informationen über das Produkt, die Handhabung des Produktes oder den jeweiligen Teil der Dokumentation, soll auf diese besonders aufmerksam machen und ist zu beachten.

Neben den Hinweisen in dieser Anleitung müssen die allgemein gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden. Sollten die in diesem Dokument

enthaltenen Informationen im Einzelfall nicht ausreichen, können Sie bei unserem Telefonservice weitergehende Informationen erhalten. Bitte lesen Sie diese Anleitung vor der Installation und Inbetriebnahme sorgfältig durch.

3 Allgemeine Anweisungen

Dieses Gerät hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb des Gerätes sicherzustellen, muss der Anwender die in dieser Betriebsanleitung aufgeführten Hinweise und Warnvermerke beachten.

Das Handbuch enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Detailinformationen zu allen Produkttypen und kann daher nicht jeden denkbaren Fall hinsichtlich Installation, Betrieb und Wartung berücksichtigen.

Sollten Sie weitere Informationen wünschen oder sollten spezielle Probleme auftreten, die im Handbuch nicht ausführlich genug behandelt werden, können Sie die notwendigen Informationen telefonisch einholen.

Außerdem weisen wir darauf hin, dass der Inhalt dieses Handbuchs nicht Teil eines früheren oder bestehenden Vertrages, einer Vereinbarung oder eines Rechtsverhältnisses ist oder dieses abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen der Mütec Instruments GmbH ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag, der auch die vollständige und allein gültige Gewährleistungsregelung enthält. Diese vertraglichen Gewährleistungsbestimmungen werden durch die in der Anleitung enthaltenen Informationen weder erweitert noch eingeschränkt.

Der Inhalt entspricht dem aktuellen Stand der Drucktechnik. Technische Änderungen im Zuge der Weiterentwicklung bleiben vorbehalten.

WARNUNG

Der einwandfreie und sichere Betrieb dieses Gerätes setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Wartung voraus. Das Gerät darf nur für die in dieser Betriebsanleitung genannten Zwecke verwendet werden.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Alle Änderungen am Gerät liegen in der Verantwortung des Anwenders, sofern in der Bedienungsanleitung nicht ausdrücklich anders angegeben.

VALIDITÄT

Das Datenblatt ist nur gültig für das beschriebene HVD 450 und die in den technischen Daten angegebene Hardware-/Firmware-Version

QUALIFIZIERTES PERSONAL

Qualifiziertes Personal sind Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung sowie ihrer Kenntnisse über einschlägige Normen, Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsverhältnisse von dem für die Sicherheit der Anlage Verantwortlichen berechtigt worden sind, die jeweils erforderlichen Planungen und Tätigkeiten auszuführen und dabei mögliche Gefahren erkennen und vermeiden können.

VORAUSSETZUNGEN

Das Fachpersonal muss über Kenntnisse in den folgenden Bereichen verfügen:

- Umgang mit und Kenntnisse von und über Sicherheitsprodukte
- Geltende EMV-Vorschriften
- Geltende Vorschriften für Arbeitssicherheit und Unfallverhütung
- Installation oder Montage des Sicherheitsprodukts
- Inbetriebnahme, Überwachung und Wartung des Sicherheitsprodukts
- Kenntnisse über Geräte / Systeme nach den Normen der Sicherheitstechnik für Stromkreise
- Ausbildung oder Unterweisung gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Pflege und Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung

SICHERHEITSHINWEISE

Die Sicherheitsvorschriften der Elektrotechnik und der Berufsgenossenschaft sind zu beachten und einzuhalten. Die Nichtbeachtung der Sicherheitsvorschriften kann zum Tod, zu schweren Körperverletzungen oder zu erheblichen Sachschäden führen.

DIREKTE / INDIREKTE BERÜHRUNG

Der Schutz gegen direktes und indirektes Berühren nach VDE 0100 Teil 410 muss für alle an der Anlage angeschlossenen Komponenten gewährleistet sein. Im Fehlerfall darf es zu keiner gefährlichen Verschleppung von Spannung kommen (Einfehlersicherheit).

MONTAGE, INBETRIEBNAHME, ÄNDERUNG

Die Montage, Inbetriebnahme, Änderung und Nachrüstung darf nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Vor Beginn der Arbeiten muss das Gerät von der Stromversorgung getrennt werden. Die Verdrahtung ist entsprechend dem Verwendungszweck vorzunehmen und zu überprüfen. Eine sichere Funktion ist nur gewährleistet, wenn das Gerät in einen staub- und feuchtigkeitsgeschützten Schaltschrank oder ein Gehäuse (min. IP54) eingebaut wird. Eine getrennte Kabelführung für die Hochspannung einerseits und alle anderen Stromkreise andererseits wird empfohlen.

VERTAUSCHEN UND UMKEHREN DER ANSCHLÜSSE

Treffen Sie Maßnahmen, um Verwechslungen, Verpolungen oder Manipulationen an den Anschlüssen zu vermeiden.

GERÄT IN BETRIEB

Während des Betriebs steht der Eingangsteil des HVD 450 unter gefährlich hoher Spannung. Entfernen Sie während des Betriebs keine Schutzabdeckungen (Blindkappen zwischen den Klemmenblöcken) oder Kabel an den Klemmen. Für induktive Lasten an den Relaiskreisen müssen geeignete/wirksame Schutzbeschaltungen vorgesehen werden. Die Schutzbeschaltung mit Suppressordioden oder Varistoren muss immer parallel zur Last liegen.

GEBROCHENES GERÄT

Nach einem Fehler kann das Gerät beschädigt werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb ist dann nicht mehr gewährleistet und das Gerät sollte deshalb ausgetauscht werden. Nur der Hersteller oder eine vom Hersteller autorisierte Person darf das Gehäuse öffnen und das Gerät reparieren. Andernfalls geht jegliche Garantie verloren.

STILLEGUNG UND ENTSORGUNG

Das Gerät muss entsprechend den Umweltvorschriften entsorgt werden. Es muss sichergestellt werden, dass ein defektes Gerät nicht wieder verwendet werden kann.

ELEKTROSTATISCHE ENTLADUNG

Potenziell elektrostatisch aufgeladene Bauteile können durch Spannungen zerstört werden, die weit unterhalb der Wahrnehmungsgrenze des Menschen liegen. Solche Spannungen treten auch dann auf, wenn Sie ein Bauteil oder elektrische Anschlüsse eines Bauteils berühren und sich nicht elektrostatisch entladen. Die Schädigung eines Bauelements durch Überspannung ist meist nicht sofort erkennbar und macht sich erst nach längerer Betriebsdauer bemerkbar.

Das Gerät enthält Bauteile, die durch elektrostatische Entladung beschädigt oder zerstört werden können. Beachten Sie beim Umgang mit dem Gerät die notwendigen Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung (ESD) gemäß EN 61340-5-1 und EN 61340-5-2.

4 Technische Daten

4.1 Lastausgang

T-21/22(+) und T-25/26(-)		
Spannung U_c :	$\leq 1500 \text{ V}$	Max. DC-Link Spannung
Strom I_c :	$\leq 8 \text{ A}$	Max. Entladestrom
Strom I_c :	$\geq 9.6 \text{ A}$	Grenzwert Überstrom
Restspannung U :	$< 10 \text{ V}$	
Zeitkonstante τ :	$100 \text{ ms} \dots 10 \text{ s}$	

4.2 DC Zwischenkreis Eingang

T-17/18(+) und T-25/26(-)	
Messbereich:	$0 \dots 1500 \text{ VDC}$

4.3 „Discharge“ Status-Ausgang

T-5(+) und T-6(-)		
Entladesignal:	ON = LOW ($\sim 3\text{V}$)	Open Collector Output ($5 \dots 30 \text{ VDC}$, $I \leq 50 \text{ mA}$)

4.4 “Error” Status-Ausgang

T-7(+) und T-8(-)		
Error Signal:	ON = LOW ($\sim 3\text{V}$)	Open Collector Output ($5 \dots 30 \text{ VDC}$, $I \leq 50 \text{ mA}$)

4.5 „Start“ Signal-Eingang

T-9(+) und T-10(-)		
Start Signal:	$5 \dots 30 \text{ VDC}$	High Level

4.6 Versorgung

T-3(+) und T-4(-)		
Versorgungsspannung:	24 VDC ($18 \dots 30 \text{ VDC}$)	
Leistungsaufnahme:	Max. 1W	
T-1/2		
PA / Erdung	zusätzlich durch den ME-MAX-Kartenkontakt nach Aufsetzen auf die geerdete Hutschiene oder Klemme 1&2	

4.7 LEDs

Power:	Green LED	Supply on
Error:	Red LED	Failure indication
Discharge:	Yellow LED	Discharging

4.8 Allgemeine Daten

Umweltbedingungen	
Betrieb:	-10 °C ... +60 °C
Lagerung/Transport:	-20 °C ... +80 °C
Zul. Rel. Luftfeuchtigkeit (während des Betriebs):	10 % ... 95 % r. F. nicht kondensierend.
Maximale Betriebshöhe::	≤ 2000m über nN.

Galvanische Trennung

Isolierung mit 3 Anschlüssen:	Eingang / Ausgang / Versorgung
Eingang/Ausgang:	4,3 kV Prüfwechselspannung
Eingang / Versorgung:	4,3 kV Prüfwechselspannung
Überspannungskategorie:	CAT II: 1500 V AC/DC
Verschmutzungsgrad:	2 gemäß IEC 61010-1

Elektrischer Anschluss

T-1 ... T-12 (4-polig):	Schraubverbinder/grau / 5,0 mm ²
T-17 ... T-23 (3-polig):	Schraubverbinder / grau / 7,5 mm ²
Draht:	0,2 mm ² / 2,5 mm ² (min/max)
Litze:	0,2 mm ² / 2,5 mm ² (min/max)
Querschnitt des Leiters:	AWG/kcmil = 14/24 (min/max)
Abisolierlänge:	7 mm
Verbindung:	Schraubsteckverbindung
Anzugsdrehmoment:	0,5 ... 0,6 Nm

PCB

Material:	FR4
CTI-Bereich:	≥175

Gehäuse

Material:	Polyamid - hellgrau
Schutzklasse:	IP20
Entflammbarkeitsklasse/UL 94:	V0
Gewicht:	250 g
Form der Konstruktion:	Klemmenkasten für Tragschienen
Art der Gehäusemontage:	35 mm DIN-Schiene
Montage/Installation:	beliebig

4.9 Normen

EMC	Produktfamilie Norm EN 61326-1 Emission: Klasse A Immunität: Bereich Industrie
LVD	Niederspannungsrichtlinie IEC 61010-1

4.10 Einbau

Wichtiger Hinweis:

Nutzen Sie das Gerät nicht mit TBUS-Steckern. Die Platine hat eine mechanische Verhinderung des TBUS-Anschlusses. Gewaltames aufschieben der TBUS-Anschlüsse kann zu Beschädigung des Bauteils führen!

Das Gerät darf nur im spannungslosen Zustand angeschlossen oder abgeklemmt werden! Befestigen Sie das Gehäuse auf einer 35 mm DIN-Schiene nach EN 60715. Zur Montage wird der Schnappverschluss auf die DIN-Schiene aufgesetzt und verriegelt. Zur Demontage den Schnappverschluss mit einem Schraubendreher entriegeln.

4.11 Gehäuseabmessungen

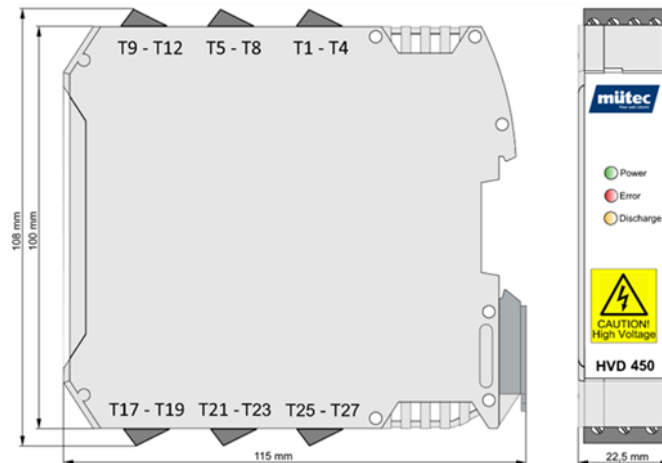


Abbildung 1: Abmessungen des Gehäuses

4.12 Blockschaltbild

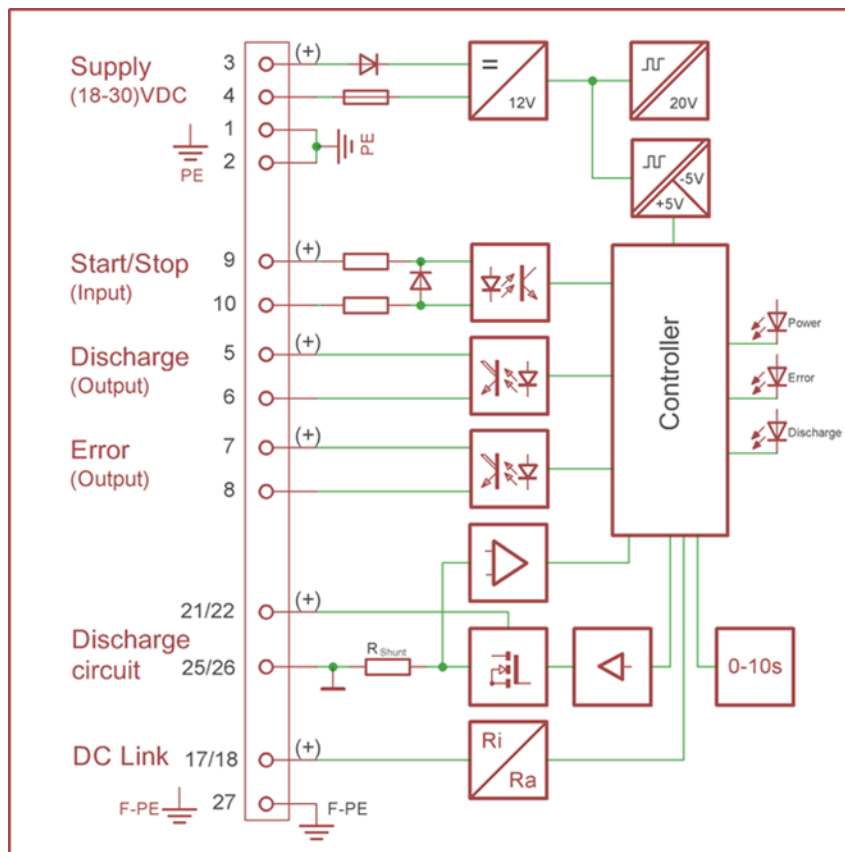


Abbildung 2: Blockschaltbild und galvanische Trennungen

4.13 Typenschild

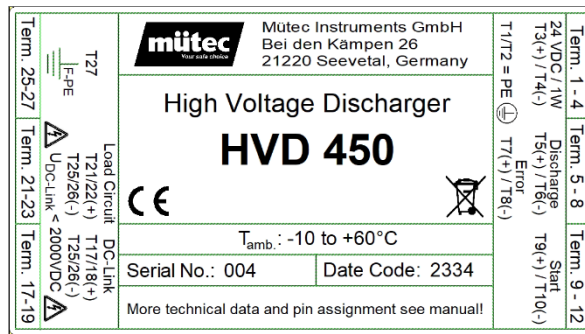


Abbildung 3: Typenschild

5 Beispiel Zwischenkreisverbindung

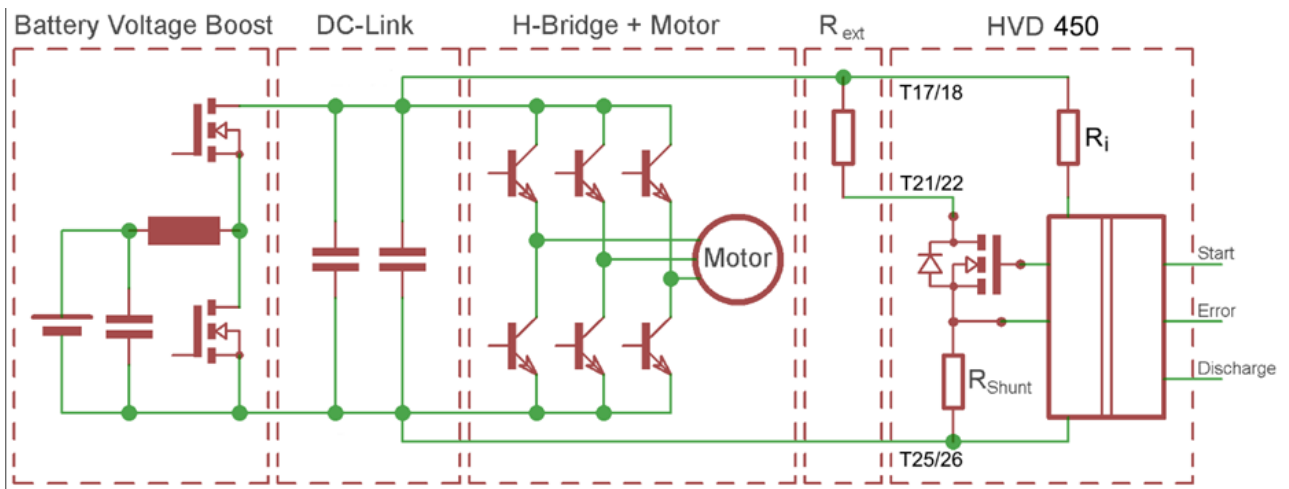
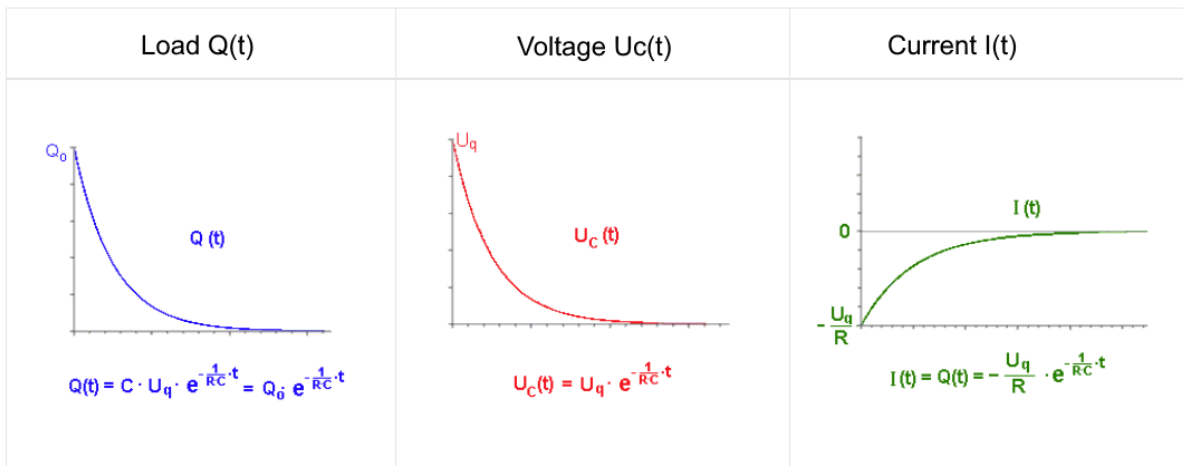


Abbildung 4: Verbindung des HVD 450 mit DC-Zwischenkreisen

5.1 Kurvenverlauf und Charakteristik der Entladung



5.2 Beispielrechnung der Entladeparameter

Externer Widerstand $R_{\text{ext}} = U_C / I_C$

$$R_{\text{ext}} = 1600 \text{ V} / 8 \text{ A} = 200 \text{ } \Omega$$

Zeitkonstante $\tau = C \times R_{\text{ext}}$

$$\tau = 1000 \text{ } \mu\text{F} \times 200 \text{ } \Omega = 200 \text{ ms}$$

In Kondensator gespeicherte Energie $E_C = \frac{1}{2} C \times (U_C)^2$

$$E_C = \frac{1}{2} 1000 \text{ } \mu\text{F} \times (1600 \text{ V})^2 = 1280 \text{ Ws}$$

Im Widerstand umgesetzte Leistung $P_{\text{Rext}} = E_C / 5\tau$

$$P_{\text{Rext}} = 1280 \text{ Ws} / 1,0 \text{ s} = 1280 \text{ W}$$

Die im Widerstand zu Beginn der Entladung umgesetzte Leistung beträgt:



$$P_{\text{Peak}} = 1600 \text{ V} \times 8 \text{ A} = 12,8 \text{ kW}$$

5.3 Setting the time constant

Um den Entladevorgang der Kapazität aus dem Zwischenkreis zu überwachen, muss im HVD 450 die Zeitkonstante "T" eingestellt werden. Diese Zeitkonstante "T" muss immer größer sein als die Zeitkonstante $R_{ext} \times C$. In der Regel muss diese Einstellung vor der Auslieferung festgelegt werden, da sie nur dem Hersteller zur Verfügung steht und vor der Auslieferung eingestellt wird.

Die folgenden Zeitkonstanten sind mit dem 10-stufigen Kodierschalter verfügbar:

Position	Zeitkonstante
0	100 ms
1	200 ms
2	500 ms
3	1 s
4	2 s
5	5s
6 - 9	10s

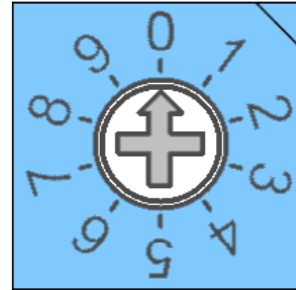


Abbildung 7: Kodierschalter

Nachfolgend ein Beispiel für die zu wählende Schalterstellung

$$\tau = C \times R_{ext} = 470 \mu\text{F} \times 330 \Omega = 155 \text{ ms} \quad C = 470 \mu\text{F}, R_{ext} = 330 \Omega$$

Das Ergebnis von 155 ms bedeutet, dass mindestens die Kodierschalterstellung 1 gewählt werden muss. Es wird empfohlen, im Zweifelsfall die höhere Zeitkonstante zu verwenden.

6 Erhöhung der Entladeströme durch Parallelisierung

Ein einzelner HVD 450 hat einen maximalen Nennstrom von 8 A. Um den Gesamtentladestrom zu erhöhen, können mehrere HVDs parallelgeschaltet werden, indem für jedes HVD ein externer Lastwiderstand derselben Größe verwendet wird. Das Startsignal muss an alle HVDs gleichzeitig angelegt werden.



WARNUNG

Die externen Lastwiderstände müssen gleich groß sein, um eine Überlastung zu vermeiden.

7 Funktionsbeschreibung des HVD 450

7.1 Messung

Zur Messung der Entladespannung wird ein Messintervall von 100 μ s verwendet. Die Messungen werden innerhalb eines Zeitfensters von 1ms gemittelt. Das bedeutet, dass jede Millisekunde ein neuer Messwert zur Verfügung steht

7.2 Messgenauigkeit

Bei einer Referenzspannung von 5V und einem Spannungsteiler von 10M zu 23k5 entspricht 1 Bit des 12-Bit-ADCs einem Wert von 520mV.

Fehlerannahme: 1% des Messwerts + 5 Digit Basisfehler (entspricht 2,6V);

Der Messfehler U_{err} wird also wie folgt berechnet:

$$U_{Err} = (U_{in}) = U_{in} \times 0.01 + 2.6 \text{ V} \quad [1]$$

U_{in} = Eingangsspannung [V]

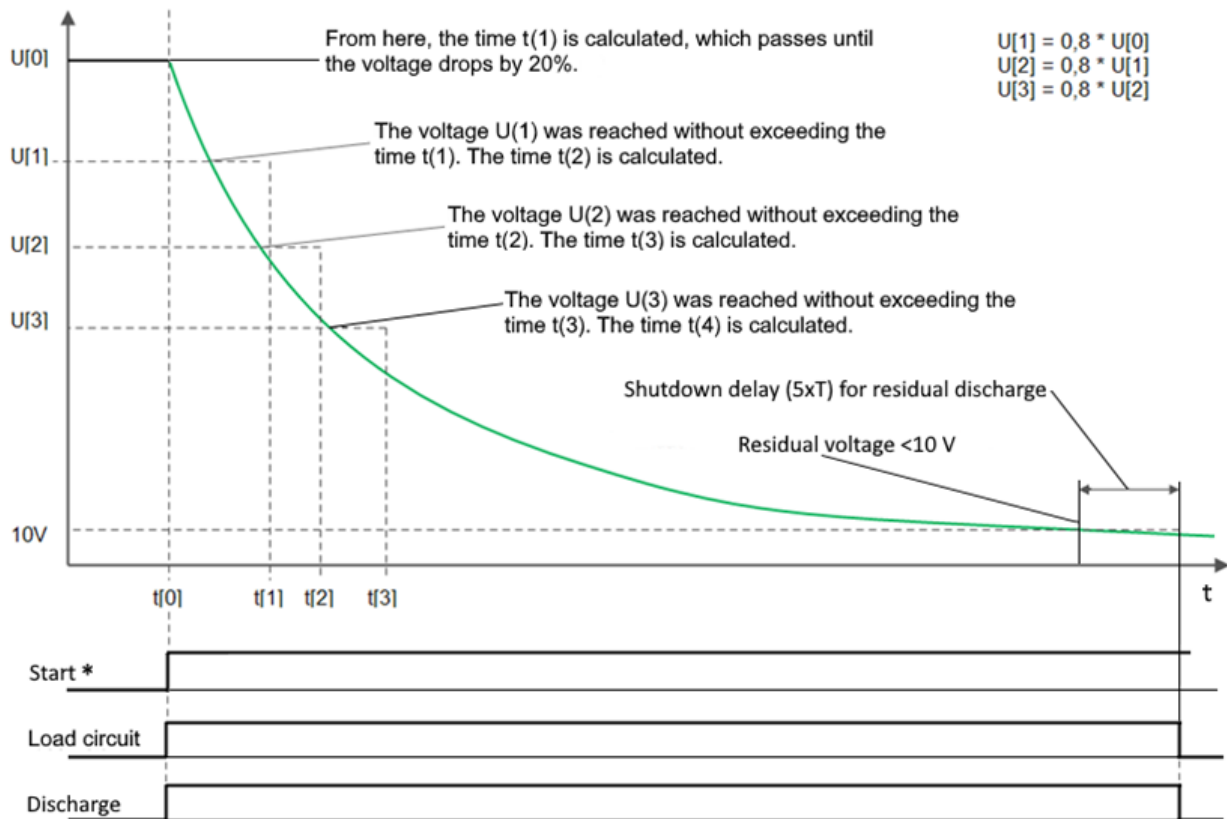
7.3 Entladevorgang

Im Allgemeinen berechnet das Gerät die zu erwartenden Entladeeigenschaften durch Messung der Anfangsspannung U_0 und unter Berücksichtigung der gewählten Zeitkonstante, die auf dem verwendeten externen Lastwiderstand und der zu entladenden Kapazität basiert. Für jeden Zeitschritt $t[n] - t[n-1]$ müssen 20% der Spannung $U[N]$ entladen werden. Größere Zeitkonstanten haben kleinere Zeitschritte und sind potenziell anfälliger für Störungen. Nach Erreichen einer Spannung von weniger als 10 V wartet das Gerät eine Dauer von 5 τ , um die Restspannungsentladung zu bewältigen.

HINWEIS



Nach dem Entladen kühlt sich das Gerät über eine Dauer von 10 τ ab, bevor es in seinen Ausgangszustand zurückkehrt. Dies ist notwendig, um eine Überhitzung der internen Komponenten zu vermeiden. **So wird das System vor unbeabsichtigtem Wiederanlauf geschützt.**



Die maximale Zeitkonstante ($\tau = R \times C$) für die Entladung soll beispielhaft 100 ms betragen.

Berechnung der Entladezeit:

Es wird die Zeit berechnet, die erforderlich ist, um einen Spannungsabfall von 20 % bei 100 ms zu erreichen. Bei der Berechnung wird auch der Messfehler berücksichtigt.

$$\Delta t = \tau * \ln\left(\frac{U_0 + U_{Err}(U_0)}{U_1 - U_{Err}(U_1)}\right) \quad [2]$$

- τ = angenommene maximale Zeitkonstante für den Entladestrom (100ms)
- U_0 = Spannung zu Beginn des Entladevorgang
- $U_{Err}(U_0)$ = Messfehler für die Spannung U_0 berechnet nach [1].
- U_1 = Zielspannung ($0.8 * U_0$)
- $U_{Err}(U_1)$ = Messfehler für Spannung U_1 berechnet nach [1]

7.4 Mögliche Fehlerursachen

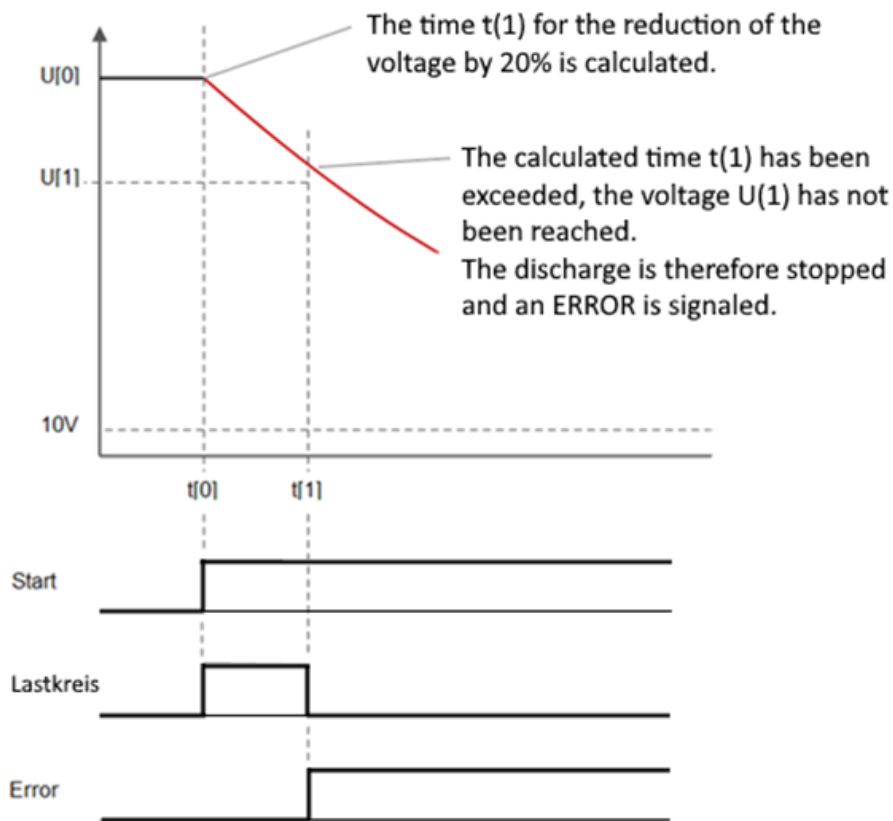


Abbildung 8: Fehlerhafte Entladung durch Überschreiten der angenommenen Zeitkonstante

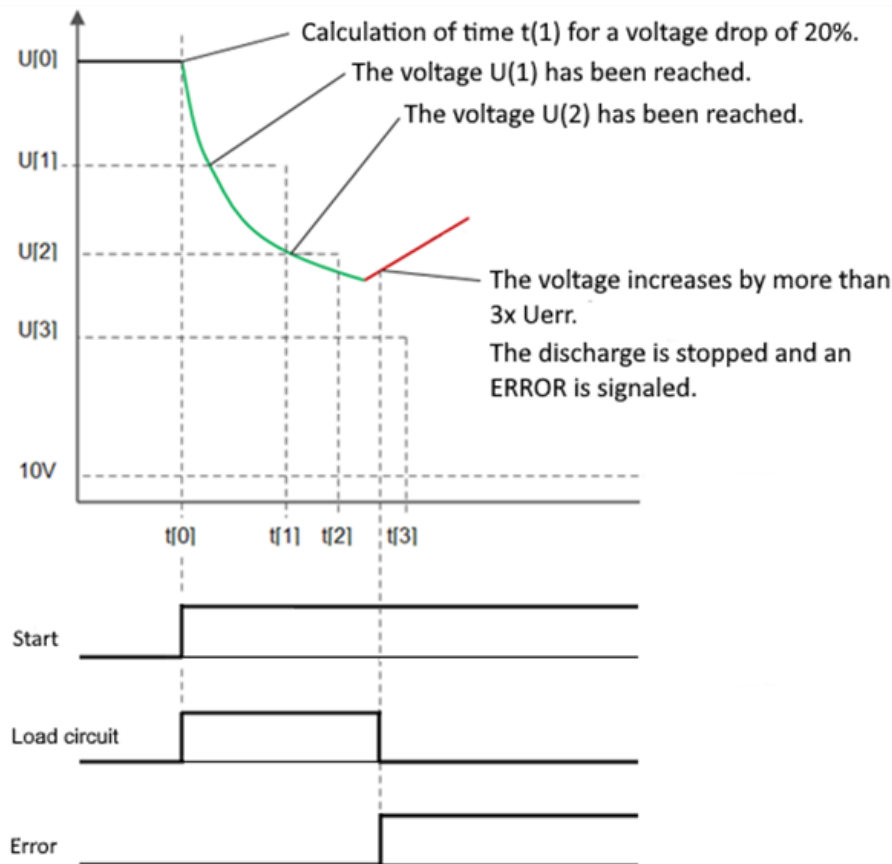


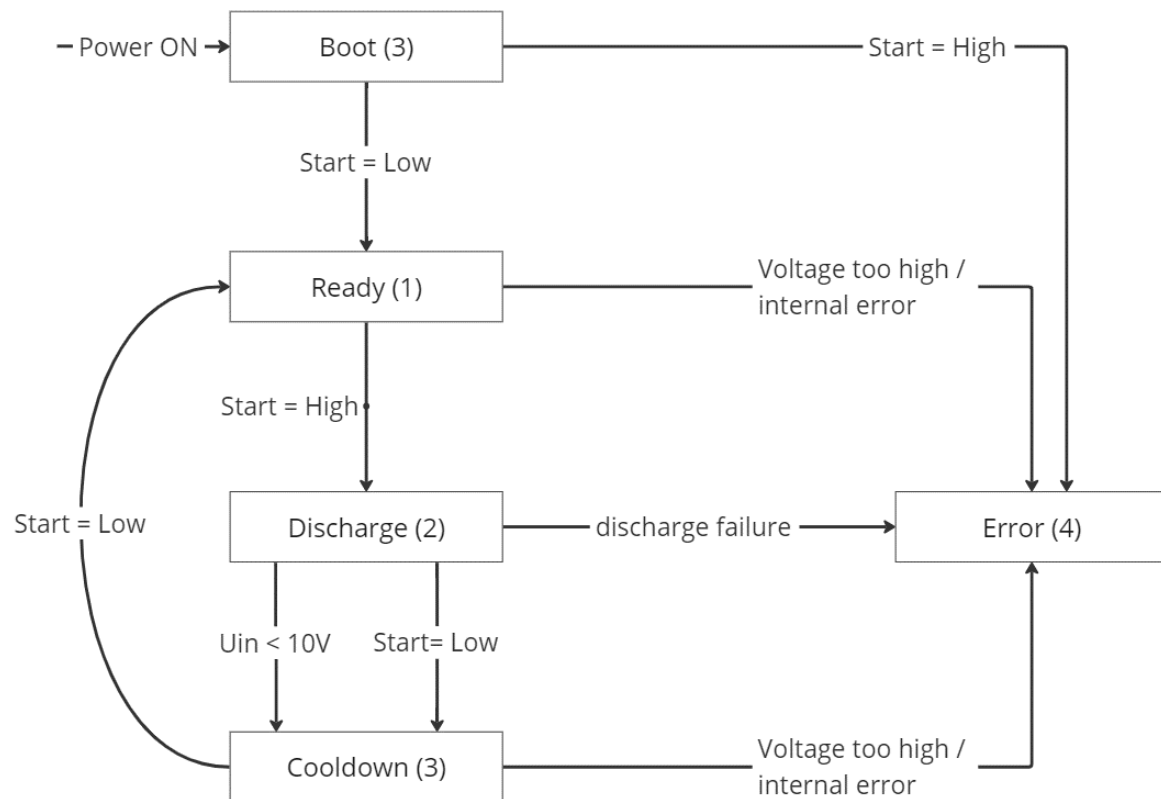
Abbildung 1: Fehlerhafte Entladung durch Wiederanstieg der Zwischenkreisspannung (z.B. durch Einschalten der Versorgungsspannung)

7.5 Status Übersicht

#	Power	Error	Discharge	Status	Note
0	OFF	OFF	OFF	Gerät ausgeschaltet	Keine Versorgungsspannung
1	ON	OFF	OFF	Ready	Gerät ist bereit zu entladen
2	ON	OFF	ON	Discharging	Entladung läuft
3	ON	ON	ON	Cooldown	Bootvorgang oder Schutzmaßnahme gegen Überhitzung
4	ON	ON	OFF	Error	Potenziell gefährlicher Fehler, kann nicht sicher entladen werden. Drähte und Komponenten überprüfen und das Gerät neu starten, um es zurückzusetzen.

7.6 Statusdiagramm

Zur Verdeutlichung des Geräteverhaltens und der daraus resultierenden Zustände, die in Kapitel 6.5 definiert sind, zeigt das folgende Zustandsdiagramm die Betriebsarten der Geräte.



Nach dem Bootvorgang geht das Gerät in den Bereitschaftszustand über (Anlegen des Startsignals vor dem Einschalten des Gerätes führt zu einem Fehler).

Exemplarisch können je nach aktuellem Zustand verschiedene Gründe dazu führen, dass das Gerät einen Fehler meldet.

Spannung zu hoch / interner Fehler

- DC Link voltage monitoring: If 2100 V are exceeded for several milliseconds, the device signals an error
- Überwachung der geräteinternen Spannungen: Ausfall führt ebenfalls zum Fehlerzustand

Entladefehler

- Der Strom ist zu hoch (kann den Entladewiderstand überlasten)
- Die Kapazität ist zu hoch für die eingestellte Zeitkonstante
- Zwischenkreisspannung steigt beim Entladen an (z.B. Wiederanlegen der Versorgungsspannung)

Start = High

Wenn das Startsignal bei angeschlossener Versorgungsspannung anliegt, meldet das Gerät einen Fehler. Dies ist auf den Schutz vor unbeabsichtigtem Wiederanlauf zurückzuführen



GEFAHR

Um das Gerät aus dem Fehlerzustand zurückzusetzen, ist ein Neustart erforderlich. Bitte setzen Sie das Gerät nicht zurück, ohne die möglichen Ursachen für das Auftreten des Fehlers zu prüfen.

Nach der Entladung geht das Gerät automatisch in einen Abkühlungszustand über. Wenn das Startsignal auf low gesetzt wird, ist das Gerät wieder betriebsbereit.

Bei Fragen und Anregungen zögern Sie bitte nicht, uns zu kontaktieren!

Mütec Instruments GmbH

Bei den Kämpfen 26
D-21220 Seevetal-Ramelsloh
Germany

Tel.: + 49 (0)4185-8083-0
Fax: + 49 (0)4185-8083-80
Mail: muetec@muetec.de
Web: www.muete-instruments.de



Follow us on LinkedIn!
www.linkedin.com/company/muetec

