

Elektronische DC-Lasten

MOBILE NETZRÜCK- SPEISELAST SERIE TRL



- Energierückspeisung in das lokale Stromnetz
- Geringe Wärmeentwicklung, geräuscharm
- Grund-Betriebsarten CC, CV, CR, CP
- Kombinierte Betriebsarten
CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC
- Last- und Sense-Anschlüsse auf Vorder- und Rückseite
- Einstellbare Grenzwerte für Überstrom und Unterspannung
- Rechteck-, PWM- und Modulations-Funktion
- List-Funktion mit synchronisierter DAQ
- MPP Tracking
- Funktionen zum Testen von Energiespeichern
- Innenwiderstandsmessung
- Master-Slave-Betrieb zur Parallelschaltung
- Messdatenspeicherung direkt auf USB-Stick
- Elektronischer Schutz
- Optional galvanisch getrennter I/O-Port
- Zweisprachiges Hilfesystem (DE/EN)

SERIE TRL – Kurzprofil

Die DC-Lasten der Serie TRL speisen die aufgenommene Energie ins lokale Versorgungsnetz zurück.

Sie brauchen dazu keine feste Installation, sondern können einfach an die Steckdose angeschlossen werden. Weil diese Lasten außerdem sehr leise arbeiten, sind sie perfekt für den Entwickler im Labor.

Die moderne Bedienung über ein brillantes 4,3" Touchdisplay gibt dem Benutzer ein komfortables Smartphone-Gefühl.

Auch bei der TRL-Serie sind viele Datenschnittstellen Standard, nur GPIB ist optional.

Schnittstellen

- ☒ RS-232
- ☒ USB
- ☒ LAN
- ☐ GPIB
- ☒ CAN
- ☐ Analog
- ☐ Analog isoliert

☒ Standard ☐ Option — nicht verfügbar

Betriebsarten

Die Geräte verfügen über die Grund-Betriebsarten Konstant-Strom, Konstant-Spannung, Konstant-Widerstand und Konstant-Leistung (CC, CV, CR, CP Mode). Zusätzlich sind Grenzwerte für Unterspannung und Überstrom einstellbar.

Dadurch werden die kombinierten Betriebsarten CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC realisiert.

Schutzeinrichtungen, Meldungen

- Überstrombegrenzung
- Unterspannungsschutz
- Leistungsbegrenzung
- Übertemperaturschutz
- Überspannungsmeldung
- Verpolungsmeldung

Überstrombegrenzung und Unterspannungsschutz sind ständig aktiv und einstellbar.

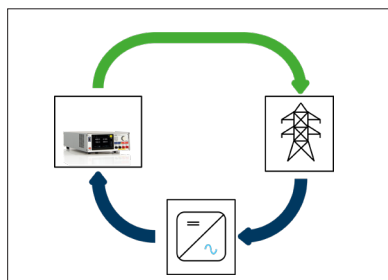
Der Unterspannungsschutz wirkt wahlweise entweder mit

- regelndem Übergang (z. B. CC-CV-Betrieb bei Batterieentladung)
- schaltendem Übergang (kurze Totzeit, z. B. bei Spannungsaufschaltung)

Belastbarkeit

Mit drei Spannungsklassen von 80 V, 400 V und 1200 V bieten alle Modelle eine maximale Leistung von 1.000 W.

Netzrückspeisung, Kühlung



Prinzipschaltbild Netzrückspeisung

Die aufgenommene Leistung wird in das lokale Versorgungsnetz zurückgespeist¹⁾. Bereits dadurch reduzieren sich die Stromkosten, und die Umgebung wird nur minimal erwärmt.

Bei rückspeisenden Lasten entfallen leistungsstarke Lüfter, was die Geräte im Vergleich zu linearen Lasten angenehm leise und damit perfekt für den Laborbetrieb macht.

Galvanisch getrennter I/O-Port (Option TRL06)

Analogsignale
in Echtzeit!

Der optionale I/O-Port stellt analoge und digitale Ein- und Ausgänge zur externen Steuerung bereit. Durch die galvanische Trennung werden Masseschleifen verhindert und es ist möglich, mit zwei Geräten bipolare Spannungen bei gemeinsamer analoger Steuerung zu prüfen.

Ausgänge:

- Analoger Spannungsmessausgang 0 ... 10 V
- Analoger Strommessausgang 0 ... 10 V
- Aktivierungszustand des Lasteingangs
- Statusausgang für Überlast
- Programmierbarer Logikausgang
- Trigger-Ausgang

Eingänge:

- Analoge LastEinstellung von I und U mit 0 ... 5 V und mit 0 ... 10 V
- Analoge Grenzwertvorgabe von I und U mit 0 ... 10 V
- Lastzuschaltung
- Wahl der Betriebsart CC/CV
- Wahl der Regelgeschwindigkeit
- Remote Shut-down
- Abfragbarer digitaler Eingang
- Trigger-Eingang

Factory Calibration Certificate (FCC-TRLxx)

kostenlos

Mit den Geräten wird ein kostenloses Factory Calibration Certificate (FCC) geliefert. Der Kalibrierprozess unterliegt der Überwachung nach DIN EN ISO 9001. Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheit in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Für den Einsatz unter Laborbedingungen empfiehlt H&H ein Kalibrierintervall von 2 Jahren. Es handelt sich hierbei um einen Erfahrungswert, der für den ersten Benutzungszeitraum als Richtwert herangezogen werden kann. Je nach Einsatzzweck, Nutzungsdauer, Relevanz der Anwendung und Umgebungsbedingungen sollte der Betreiber dieses Intervall entsprechend anpassen.

1. Der Betrieb im Sinne einer Energieerzeugung am öffentlichen Stromnetz ist mit diesen Rückspeise-Lasten nicht vorgesehen. Rückspeisesysteme sind beim Netzbetreiber zu melden. Netz- und Anlagenschutz gemäß VDE-AR-N 4105 ist zu installieren.

Mechanik

Die Serie TRL ist in stabiler 19"-Technik ausgeführt. Sie kann als Tischgerät verwendet oder mit entsprechenden Einbausätzen in einen 19"-Schrank eingebaut werden.

Aufstellfuß

serienmäßig



TRL1008

TRL10K12

Einbausatz für 1 Gerät mit 1/2 19", 2 HE (Option TRL10)



Bestehend aus:

- 1 Geräteextender
- 2 Anbauwinkel mit Griff
- Schrauben

Einbausatz für 2 Geräte mit 1/2 19", 2 HE (Option TRL11)



Bestehend aus:

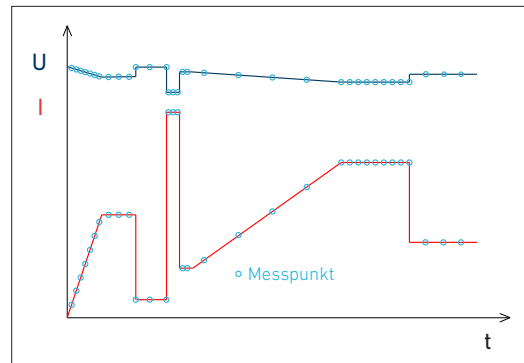
- 1 Verbindungselement
- 2 Anbauwinkel mit Griff
- Schrauben

Sicherheitsabdeckung

Sicherheitsabdeckungen werden mitgeliefert. Für den unbenutzten Lasteingang ist eine lose Kappe dabei.

Funktionen

Lastprofile (List-Funktion)

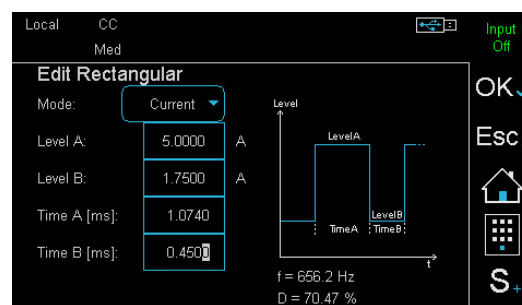


Durch List-Funktion erzeugtes Lastprofil mit synchronisierter Messwertaufnahme von Zeit, Spannung und Strom

In allen Betriebsarten CC, CV, CR, CP kann die elektronische Last mit der LIST-Funktion Lastprofile nachbilden. Bis zu 300 Sollwerte variabler Dauer mit zugehöriger Rampenzeit sind möglich.

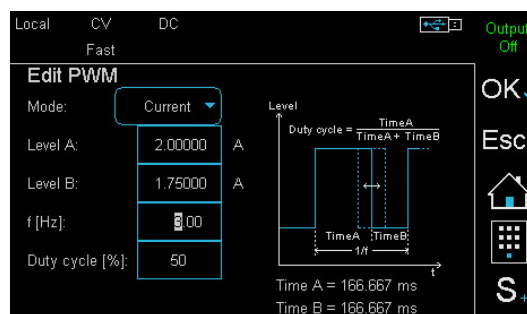
Spannung und Strom werden synchron gemessen und mit Zeitstempel gespeichert. Dabei sind für jeden Kurvenabschnitt individuelle Abtastzeiten definierbar.

Rechteck-Funktion



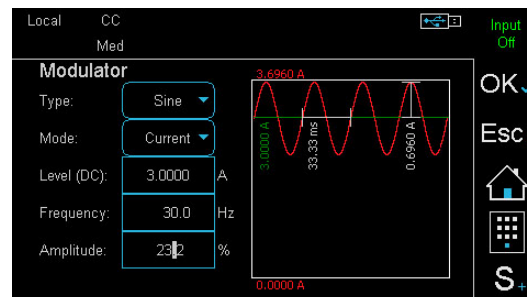
Die Rechteckfunktion bietet eine komfortable Art, einen rechteckförmigen Kurvenverlauf durch Eingabe von absoluten Zeiten und Amplitudenwerten zu generieren. Eine hohe Auflösung ist hier mit einem weiten Bereich für die Zeiteinstellung gepaart.

PWM-Funktion



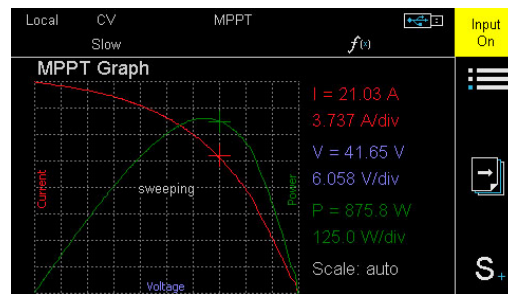
Bei der PWM-Funktion sind im manuellen Betrieb zu den beiden Amplitudenwerten die Umschaltfrequenz sowie das Tastverhältnis einstellbar.

Modulator



Der Modulator addiert im CC- oder CV-Betrieb ein sinus-, rechteck- oder dreieckförmiges Signal auf einen statischen Sollwert. Frequenz und Modulationsgrad sind einstellbar.

MPP Tracking



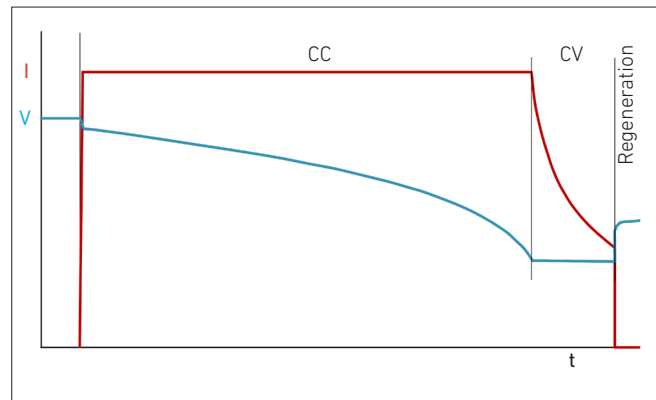
U/I- und U/P-Kennlinie an der Benutzerschnittstelle

Die Funktion Maximum Power Point Tracking (MPPT) besteht aus den beiden Unterfunktionen Sweeping und Tracking, die sich ständig in einem einstellbaren Intervall abwechseln.

Ist die gemessene Leerlaufspannung beim Start größer als die Mindestspannung, führt die elektronische Last einen Sweep durch und regelt anschließend den dabei gefundenen globalen MPP nach.

Die gesweeppte U/I-Kennlinie wird zusammen mit der U/P-Kennlinie im Funktionsgraph der Benutzerschnittstelle angezeigt. Der aktuell ermittelte MPP wird mit einem '+' markiert. Die U/I-Kennlinie kann über eine Datenschnittstelle ausgelesen werden.

Entladefunktion, Energiespeichertest



Verlauf einer Entladung im IUa-Betrieb

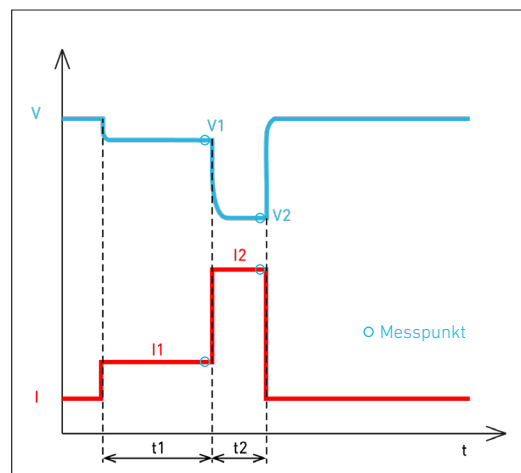
Die Entladefunktion testet Energiespeicher wie Batterien, Ultracaps, Elkos etc, indem diese in CC-, CP- oder CR-Betrieb entladen werden. Die Entladefunktion ist mit der List-Funktion kombinierbar, so dass ein gepulstes Entladen möglich ist.

IUa-Entladung (CC+CV-Entladung) ist ebenfalls möglich: dabei wird der Prüfling mit Konstantstrom bis zu einer definierten Spannung entladen.

Diese Spannung wird dann solange konstant gehalten, bis ein definierter Minimalstrom erreicht ist. Stoppkriterien sind Ladung, Energie, Zeit, Strom, Spannung.

Beim Datenlogging ist eine Nachlaufzeit zur Beobachtung der Erholungsphase definierbar.

Innenwiderstandsmessung



Prinzip der Ri-Berechnung

Die elektronische Last kann den Gleichstrom-Innenwiderstand des angeschlossenen Prüflings vermessen. Die Bestimmung des Innenwiderstandes R_i richtet sich nach dem Prinzip, wie es in verschiedenen Standards für Batterien und Akkumulatoren, z. B. DIN EN 61951, DIN EN 61960, spezifiziert ist. Im Abstand von einigen Sekunden misst die Last bei zwei definierten Belastungsstufen (I_1 , I_2) die Klemmenspannung des Prüflings (V_1 , V_2) und errechnet daraus R_i .

Die Belastungsstufen I_1 und I_2 sowie deren Dauern sind einstellbar.

Im manuellen Betrieb kann die Last die Parameter und das Ergebnis der Messung per Knopfdruck auf einen angeschlossenen USB-Stick speichern, so dass sich ein hoher Durchsatz mit vielen Prüflingen erzielen lässt.

Messdatenerfassung (DAQ)

(Speicherung intern oder auf USB-Stick)

Die elektronische Last ist in der Lage, synchron Datensätze aus Spannung und Strom mit Zeitstempel in einem definierten Intervall intern zu speichern. Bis zu 40.000 Datensätze werden in einem Ringpuffer abgelegt. Nach beendeter Aufzeichnung können die Daten auf einen USB-Stick übertragen werden.

Bei Vorgängen mit Speicherintervallen im Sekundenbereich lassen sich die Daten auch direkt auf den USB-Stick speichern.

Triggermodell

Verschiedene Funktionen bzw. Einstellungen können durch ein konfigurierbares Triggerereignis ausgelöst werden:

- Lasteingang ein-/ausschalten
- List-Betrieb starten/stoppen
- Messdatenerfassung starten/stoppen
- Getriggerte Sollwerte aller Betriebsarten einstellen

Verfügbare Triggerquellen:

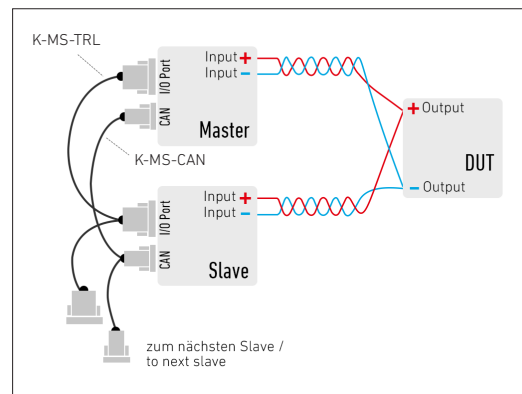
- Extern (mit opt. I/O-Port)
- Bus
- Manual
- Voltage
- Current

Regelgeschwindigkeit umschalten

Bei bestimmten Prüflingen oder sehr langen Anschlussleitungen ist es eventuell notwendig, die Regelzeitkonstante der elektronischen Last anzupassen, um Schwingverhalten zu vermeiden und einen stabilen Betrieb zu erzielen.

Die Regelgeschwindigkeit ist wählbar aus slow - medium - fast (siehe Modellübersicht).

Master-Slave-Betrieb



Master-Slave-Verschaltung im Systemverbund

Zur Erhöhung der Leistung bzw. des Stromes können bis zu 5 Lasten¹⁾ im Master-Slave-Betrieb²⁾ parallelgeschaltet werden. Das System verhält sich nach außen wie ein einzelnes Gerät. Die Master-Einheit regelt den gesamten Strom des Systems, zeigt die Gesamt-Messwerte an und liefert diese bei Abfrage über eine der Datenschnittstellen.

Verkabelung:

Je ein Set aus Master-Slave-Kabel K-MS-TRL und K-MS-CAN an allen Slave-Einheiten (von H&H zu beziehen oder selbst konfektionierbar).

Um bei Verwendung des Master-Slave-Kabels K-MS-TRL Monitorsignale etc. abgreifen zu können, bieten wir einen SubD25-Doppler als Zubehör an.

Watchdog-Funktion

Die elektronische Last hat im digitalen Fernsteuerbetrieb eine Watchdog-Funktion, die den Lasteingang abschaltet, wenn die zuvor programmierte Watchdog-Verzögerungszeit abläuft, ohne dass der Watchdog zurückgesetzt worden ist.

Die Watchdog-Verzögerungszeit wird per SCPI-Befehl eingestellt, ein weiterer Befehl aktiviert den Watchdog. Ein Steuerprogramm muss bei aktivem Watchdog dafür sorgen, dass zyklisch der Befehl zum Zurücksetzen des Watchdogs an die elektronische Last gesendet wird.

Einstellungen speichern

Um wiederkehrende Prüfaufgaben schnell rekonstruieren zu können, sind die in der elektronischen Last aktiven Einstellungen nichtflüchtig speicherbar (intern oder auf USB-Stick), so dass sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen werden können. 9 interne Speicherpositionen sind vorhanden.

Die Last kann beim Einschalten wahlweise Reset-Werte einstellen, die zuletzt aktiven Einstellungen beim Ausschalten oder Speicherposition 1 bis 9.

Treiber



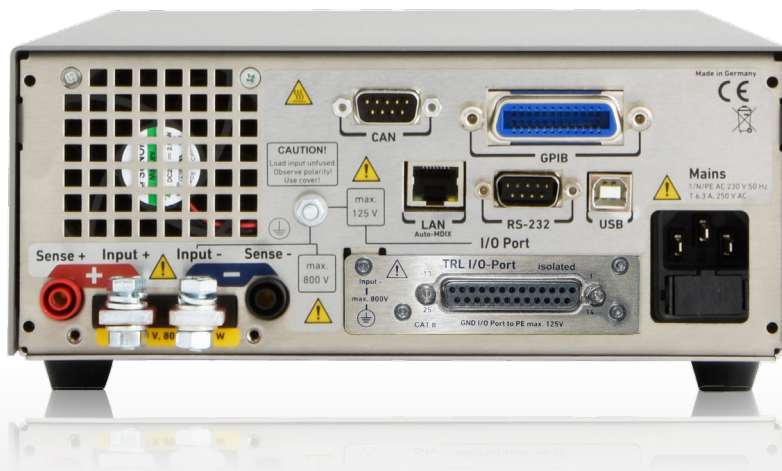
Aktuelle NI-zertifizierte LabVIEW-Treiber finden Sie unter:
www.ni.com/downloads/instrument-drivers/

1. Gleiche Modelle und gleiche Firmware-Version
 2. Im Master-Slave-Betrieb eingeschränkter Funktionsumfang, Steuerung über CAN-Schnittstelle nicht möglich

TRL1008



TRL1008



Modell (Best.-Nr.)	TRL1008	TRL1040	TRL10K12
Maximale Eingangsspannung V _{max}	80 V	400 V	1.200 V
Minimale Eingangsspannung V _{min} ¹⁾	1 V	4 V	12 V
Maximaler Strom I _{max}	60 A	15 A	5 A
Dauerleistung	1.000 W	1.000 W	1.000 W
Spannungseinstellung	0 ... 80 V	0 ... 400 V	0 ... 1.200 V
Stromeinstellung	0 ... 60 A	0 ... 15 A	0 ... 5 A
Widerstandseinstellung	0,017 ... 13,4 Ω	0,267 ... 268 Ω	2,4 ... 2.400 Ω
Leistungseinstellung	0 ... 1.000 W	0 ... 1.000 W	0 ... 1.000 W
Anstiegs- und Abfallzeit fast / medium / slow ²⁾	10 / 50 / 250 ms	10 / 50 / 250 ms	10 / 50 / 250 ms
Eingangskapazität ca.	400 µF	120 µF	25 µF
Netzspannung ³⁾	1/N/PE AC 230 V 50 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 Hz
Leistungsaufnahme (Eigenverbrauch) ⁴⁾	85 VA	90 VA	85 VA
Maximale Einspeiseleistung	955 VA	975 VA	920 VA
Wirkungsgrad ⁵⁾	90 %	90 %	90 %
Geräusch max. ca. ⁶⁾	49 dB(A)	49 dB(A)	49 dB(A)
Laststromanschlüsse ⁷⁾	FKL15/4-SM6	SBU4-24	SBU4-24
Gewicht ca.	7,7 kg	7,2 kg	7,2 kg
Gehäuse / 3D-Modell ⁸⁾	½19", 2 HE / TRL_M1	½19", 2 HE / TRL_M2	½19", 2 HE / TRL_M2

Optionen und Zubehör

Best.-Nr.	Artikel	Beschreibung
52-200-001-26	TRL02	GPIO-Schnittstellenerweiterung
67-004-030-26	K-RS-SNM 9-9	RS-232-Kabel (Nullmodem-Kabel)
53-100-001-26	TRL06	Galvanisch isolierter I/O-Port
64-314-000-26	TRL10	19"-Einbausatz für 1 Gerät mit ½ 19", 2 HE
64-315-000-26	TRL11	19"-Einbausatz für 2 Geräte mit ½ 19", 2 HE
67-008-020-26	K-MS-TRL+K-MS-CAN	Kabelset Master-Slave, bestehend aus K-MS-TRL und K-MS-CAN (je 2 m)
67-036-020-26	K-MS-TRL	Master-Slave-Kabel I/O-Port (2 m)
67-037-020-26	K-MS-CAN	Master-Slave-Kabel CAN (2 m)
63-000-006-26	SubD25-Doppler	Adapter 1x Sub-D 25-Stecker auf 2x Sub-D 25-Buchse für I/O-Port
65-002-000-26	FCC-TRLxx	Factory Calibration Certificate
64-401-000-26	SAB-TRL	Zusätzliche Sicherheitsabdeckung inkl. Kappe für unbenutzte Lastanschlüsse
63-000-002-00	SENSADAPT/4BAN/PH2/1200V	Sense-Adapter von 4-mm-Labor- bzw. Sicherheitsstecker zu Phoenix PH2
		Lastanschluss-Kabel ab Seite 129

1. Minimale Eingangsspannung für maximalen statischen Laststrom.
2. Anstiegs- und Abfallzeiten sind von 10 ... 90 % und 90 ... 10 % des Maximalstromes definiert (Konstantstrombetrieb, Toleranz ±20 %).
3. Mobiler Anschluss über Kaltgerätestecker. Toleranz der Netzspannung ±10 %.
4. Leistungsaufnahme im Leerlauf (ohne Laststrom)..
5. Maximal zu erreichender Wirkungsgrad.
6. Gemessen an der Frontseite in 1 m Abstand.
7. Last- und Sense-Anschlüsse immer vorne und hinten. Sicherheitsabdeckungen werden mitgeliefert. Beschreibung der verfügbaren Anschlüsse ab Seite 124.
8. 1 HE = 44,45 mm. Detaillierte Abmessungen anhand 3D-Modellen unter www.hoecherl-hackl.de/downloads.

Betriebsarten, Funktionen

Grund-Betriebsarten	CC, CP, CR, CV
Kombinierte Betriebsarten	CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC
Funktionen	DC-Senke MPP Tracking für Solarpanel-Test Energiespeicherprüfung Innenwiderstandsmessung List-Funktion Rechteck-Funktion (bei manueller Bedienung auch im PWM Mode) Modulation (Sinus, Dreieck, Rechteck) Messdatenerfassung (auf USB-Stick oder intern) Speichern und Laden der Geräteeinstellungen Watchdog im Fernsteuerbetrieb Master-Slave-Betrieb zur Leistungserweiterung
Benutzerschnittstelle	4,3" TFT Touchdisplay

Genauigkeit der Einstellung

	vom Einstellwert	vom entsprechenden Bereich
Spannung	±0,2 %	±0,05 %
Strom	±0,5 %	±0,05 %
Widerstand (bei 5 % bis 100 % des Spannungsbereiches)	±1,4 %	±0,3 % des Strombereiches ±0,5 % des Widerstandsreiches
Leistung (bei U und I > 10 % des Bereiches) (bei U oder I 5 ... 10 % des Bereiches)	±0,35 % ±0,7 %	±0,1 % ±0,25 %
Auflösung	14 Bit	

Genauigkeit der einstellbaren Schutzeinrichtungen

	vom Einstellwert	vom entsprechenden Bereich
Überstrombegrenzung	±1 %	±0,3 %
Unterspannungsschutz	±1 %	±0,3 %
Auflösung	12 Bit	

Genauigkeit der Messung slow

	vom Messwert (Istwert)	vom entsprechenden Bereich
Spannung	±0,01 %	±0,025 %
Strom	±0,2 %	±0,05 %
Widerstand	wird aus Spannungs- und Stromwerten errechnet	
Leistung	wird aus Spannungs- und Stromwerten errechnet	
Auflösung	23 Bit	
Abtastzeit	250 ms, nicht triggerbar	

Genauigkeit der Anzeige

Anzahl Dezimalstellen	4
Genauigkeit	Genauigkeit der Messung slow ±1 Digit des Anzeigewertes

Genauigkeit der Messung fast

	vom Messwert (Istwert)	vom entsprechenden Bereich
Spannung	±0,2 %	±0,1 %
Strom	±0,7 %	±0,1 %
Widerstand	wird aus Spannungs- und Stromwerten errechnet	
Leistung	wird aus Spannungs- und Stromwerten errechnet	
Auflösung	16 Bit	
Abtastzeiten	200 µs ... 1.000 s, Auflösung 200 µs	

Genauigkeit von Triggerspannung und -strom

Triggerspannung	±1 % vom Spannungsbereich
Triggerstrom	±1 % vom Strombereich
Abtastzeit	200 µs

Dynamische Funktion LIST

Betriebsarten	CC, CV, CR, CP
Anzahl Lastpegel	max. 300, mit dazugehörenden Rampen-, Verweildauern und Abtastzeiten
Genauigkeit Lastpegel	siehe Genauigkeit der Einstellung
Pulsdauer ¹⁾	200 µs ... 1.000 s
Rampendauer ¹⁾	0 ... 1.000 s
Auflösung	200 µs
Genauigkeit Einstellzeiten	±0,02 %
Abtastzeiten	siehe Genauigkeit der Messung fast
Verzögerungszeit bei getriggertem Start	max. 300 µs

Dynamische Funktion Rechteck

Betriebsarten	CC, CV
Anzahl Lastpegel	2
Genauigkeit Lastpegel	siehe Genauigkeit der Einstellung
Pulsdauern ¹⁾ , Auflösung	1 µs ... 9999,999 ms, Auflösung 1 µs
Genauigkeit Einstellzeiten	0,02 %

Dynamische Funktion PWM

Betriebsarten	CC, CV, CR
Anzahl Lastpegel	2
Genauigkeit Lastpegel	siehe Genauigkeit der Einstellung
Frequenz ¹⁾ , Auflös.	0,1 Hz ... 10 kHz, Auflösung 0,1 Hz
Tastverhältnis, Auflösung	1 ... 99 %, Auflösung 1 %

Dynamische Funktion Modulation

Betriebsarten	CC, CV
Kurvenformen	Sinus, Rechteck, Dreieck
Frequenz ¹⁾ , Auflös.	0,1 Hz ... 10 kHz, Auflösung 0,1 Hz
Modulationsgrad	0 ... 100 %

Messdatenerfassung

auf externen USB-Speicher	
Abtastzeiten	0,1 ... 30,0 s, Auflösung 0,1 s
Messdaten	Zeitstempel, Spannung, Strom
Anzahl Messpunkte	begrenzt durch USB-Speichergröße
Dateiformat	.csv

in internen Speicher

Abtastzeiten	200 µs ... 1.000 s, Auflösung 200 µs, mit dynamischer Funktion synchronisiert
Messdaten	Zeitstempel, Spannung, Strom
Anzahl Messpunkte	max. 40.000 in Ringpuffer

Settings-Speicher

Anzahl Speicherpositionen	9, wählbar (inkl. programmierter Liste) 1 für letzte Geräteeinstellung beim Ausschalten oder Netzausfall
---------------------------	---

I/O-Port (Option TRL06): Aus- und Eingänge

Eingänge	analoge LastEinstellung I und U analoge Grenzwertvorgabe von I und U Lastzuschaltung (low-aktiv) Wahl der Betriebsart CC/CV Wahl der Regelgeschwindigkeit fast/slow Remote Shut-down (high-aktiv) abfragbarer digitaler Eingang (über SCPI-Befehl) Trigger-Eingang (positive/negative/beide Flanken) Control Eingang (aktiviert den I/O-Port, low-aktiv)
Dig. Eingangspegel	logisch low: 0 ... 0,8 V, logisch high: 3 ... 30 V

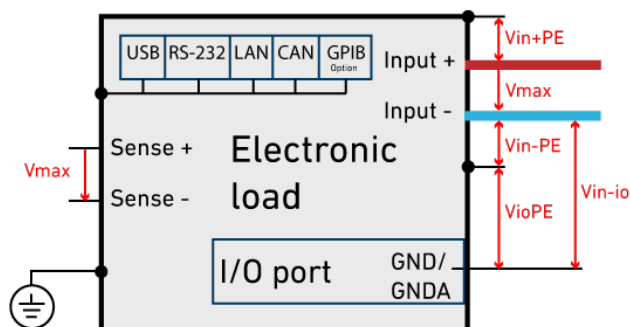
Die angegebenen Genauigkeiten beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 23±5 °C und gelten bei angeschlossenen Sense-Leitungen sowie bei Verwendung der Geräte an sauberen Spannungen (Ripple und Noise < 0,1 %). Bei Spannungen mit höheren Störwerten können sich die Genauigkeiten verschlechtern. Bei Sondergeräten können techn. Daten abweichen.

1. Der nutzbare Zeit- bzw. Frequenzbereich ist evtl. eingeschränkt durch die Anstiegs-/Abfallzeit des jeweiligen Modelles

Technische Daten

Ausgänge	analoger Spannungsmessausgang analoger Strommessausgang Aktivierungszustand Lasteingang (low-aktiv) Status Überlast (OV, OCP, OPP, OTP, low-aktiv) programmierbarer Logikausgang (über SCPI-Befehl) Trigger-Ausgang (low-aktiv)	
Dig. Ausgangspegel	logisch low: 0 ... 0,8 V logisch high: 5 V/24 V wählbar, max. 10 mA (Push-pull)	
I/O-Port (Option TRL06): Genauigkeit analoge Ansteuerung 0 ... 5 V oder 0 ... 10 V		
	vom Einstellwert	vom entsprechenden Bereich
Spannung	±0,2 %	±0,05 %
Strom	±0,2 %	±0,05 %
Überstrom-begrenzung ¹⁾	±1 %	±0,3 %
Unterspannungs-schutz ¹⁾	±1 %	±0,3 %
Eingangswiderstand der Analogeingänge >10 kΩ		
I/O-Port (Option TRL06): Genauigkeit analoge Messausgänge 0 ... 10 V		
	vom anal. Signal d. Istwertes	Offsetspannung
Spannung	±0,2 %	±15 mV
Strom	±0,2 %	±15 mV
Belastbarkeit minimal 2 kΩ		
I/O-Port (Option TRL06): zulässige Spannungen		
Vin-io (GND - neg. Lasteingang)	max. 800 V ²⁾	
VioPE (GND - PE)	max. 50 V ²⁾	

The diagram illustrates the I/O port of an Electronic load. On the left, a terminal block includes USB, RS-232, LAN, CAN, and GPIB (labeled as an option). Below this, the Sense + and Sense - terminals are shown with a Vmax voltage range. The main unit is labeled 'Electronic load' and features an 'I/O port' section at the bottom. To the right of the unit, the Input + and Input - terminals are depicted with a Vmax voltage range. Further right, the Vin+PE and Vin-PE voltage levels are indicated, along with the VioPE and Vin-io voltage levels. A ground symbol is shown at the bottom left, and the GND/GNDA terminal is located at the bottom right of the I/O port section.



Eingang	
Eingangswiderstand	>50 kΩ bei abgeschaltetem Lasteingang Diodenfunktion bei Verpolung bis Nennstrom
Eingangskapazität	siehe Modellübersicht
Parallelbetrieb	bis 5 Geräte im Master-Slave-Betrieb
Max. Eingangsspannung Vmax	siehe Modellübersicht
Min. Eingangsspannung Vmin	siehe Modellübersicht
Eingang: zulässige Spannungen	
Vin-PE (neg. Lasteingang - PE)	max. 800 V ²⁾
Vin+PE (pos. Lasteingang - PE)	TRL10K12: Vmax + max. 500 V ²⁾ alle anderen: Vmax + max. 800 V ²⁾
Leistung	
Dauerleistung	siehe Modellübersicht (bei Tu = 21 °C)
Derating	-1,2 %/°C für Tu > 21 °C
Wirkungsgrad	siehe Modellübersicht
Schutz und Überwachung	
Schutzeinrichtungen	Überstrom Überleistung Übertemperatur
Überwachungsmeldungen	Überspannungsanzeige Verpolungsanzeige Unterspannungsanzeige (bei für die eingestellte Belastung zu geringer Eingangsspannung)

Anschlüsse	
Lasteingang	siehe Modellübersicht
Sense	SBU4-24, siehe ab Seite 124
Betriebsbedingungen	
Betriebstemperatur	5 ... 40 °C
Lagertemperatur	-25 ... 65 °C
Max. Betriebshöhe	2.000 m über dem Meeresspiegel
Verschmutzungsgrad	2
Überspannungskategorie des Netzeingangs	II
Max. Luftfeuchtigkeit	80 % bei 31 °C, linear abnehmend bis 50 % bei 40 °C
Min. Abstand Rückwand zu Mauer oder sonstiges	20 cm
Kühlung	2-stufige Luftkühlung
Geräusch, Gewicht	siehe Modellübersicht
Netzspannung	siehe Modellübersicht
Netzsicherung	siehe Angabe auf Rückwand in der Nähe der Sicherung
Netzkabel	Länge max. 3 m Querschnitt der Netzanschlussadern min. 1 mm ²
Eigenverbrauch	siehe Modellübersicht
Maximale Einspeiseleistung	siehe Modellübersicht

Gehäuse	
Abmessungen	siehe Modellübersicht
Farbe	
Frontplatte	RAL7035 (lichtgrau)
Rückwand	Edelstahl
Deckel	RAL7037 (staubgrau)
Sicherheit und EMV	
Schutzklasse	1
Messkategorie	0 (CAT I nach EN 61010:2004)
Elektrische Sicherheit	EN 61010-1:2010+A1:2019+A1:2019/AC:2019 EN IEC 61010-2-030:2021+A1:2021
EMV	EN 61326-1:2013 EN 55011:2016+A1:2017 EN 61000-3-2:2014 EN 61000-3-3:2013

Standard-Schnittstellen	
Datenschnittstellen	RS-232, USB, LAN, CAN
I/O-Port	keiner

Verfügbare Optionen	
Datenschnittstelle TRL02	GPIB
Mechanische Optionen	
TRL10	19"-Einbausatz für 1 Gerät mit ½ 19", 2 HE
TRL11	19"-Einbausatz für 2 Geräte mit ½ 19", 2 HE
Hardware-Erweiterungen	
TRL06	galvanisch isolierter I/O-Port

Kalibrierung, Gewährleistung	
Empfohlenes Kalibrierintervall	2 Jahre
FCC-TRLxx	Factory Calibration Certificate, kostenlos bei Auslieferung
Gewährleistung	2 Jahre

Technische Daten Baureihe A, Rev. 3. Technische Änderungen vorbehalten.

1. nur 0 ... 10 V
2. positive/negative Gleichspannung oder Effektivwert einer sinusförmigen Wechselspannung