

Elektronische Lasten Serie Electronic Load Series

EL 9000 HP

80V/160V/400V

50A/100A/200A

2400W



Abbildung ähnlich
Figure similar to actual product

EL 9080-200 HP: 33 200 240

EL 9160-100 HP: 33 200 242

EL 9400-50 HP: 33 200 244

Impressum

Bedienungsanleitung Elektronische Lasten Serie
EL 9000

Elektro-Automatik GmbH & Co. KG
Helmholtzstrasse 31-33
41747 Viersen
Germany
Telefon: +(49) 02162 / 37850
Fax: +(49) 02162 / 16230
Web: www.elektroautomatik.de
Mail: ea1974@elektroautomatik.de

© 2009 Elektro-Automatik

Nachdruck, Vervielfältigung oder auszugsweise, zweckentfremdete Verwendung dieser Bedienungsanleitung sind verboten und können bei Nichtbeachtung rechtliche Schritte nach sich ziehen.

Stand: Januar 2009



Sicherheitshinweise

- das Gerät ist nur mit der angegebenen Netzspannung zu betreiben
- führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere aus Metall, durch die Lüftungsschlitze in das Gerät ein
- vermeiden Sie die Verwendung von Flüssigkeiten aller Art in der Nähe des Gerätes, diese könnten in das Gerät gelangen
- schließen Sie keine Spannungsquellen an, die eine Spannung größer $100V_{DC}$ (80V-Gerät) oder $180V_{DC}$ (160V-Gerät) oder $460V_{DC}$ (400V-Gerät) erzeugen können
- um eine Schnittstellenkarte in dem dafür vorgesehenen Einschub zu bestücken, müssen die einschlägigen ESD-Vorschriften beachtet werden.
- die Schnittstellenkarte darf nur im ausgeschalteten Zustand aus dem Einschub herausgenommen oder bestückt werden. Eine Öffnung des Gerätes ist nicht erforderlich.
- beachten Sie die Grenz- bzw. Nennwerte des Gerätes bei Anschluß einer Spannungsquelle oder Batterie sowie bei Benutzung der Anlogschnittstelle

	Seite
1. Leistungsbeschreibung	5
2. Technische Daten	5
2.1 Bedien- und Anzeigeeinheit	5
2.2 Gerätespezifische Daten	6
3. Gerätebeschreibung	7
3.1 Frontansicht	7
3.2 Rückansicht	7
3.3 Lieferumfang	8
4. Allgemeines zur Bedienung	8
4.1 Vorwort/Warnhinweis	8
4.2 Netzanschluss / Erdung	8
4.3 Kühlung	8
4.4 Demontage	8
4.5 Temperaturabschaltung / Lüftung	8
4.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium	8
4.7 Temperaturverhalten	8
5. Installation	9
5.1 Sichtprüfung	9
5.2 Netzanschluss	9
5.3 Anschluss DC-Eingang	9
5.4 Klemme System Bus	9
5.5 Anschluss Fernföhlung	9
5.6 Slot für Erweiterungskarte	9
6. Bedienung	10
6.1 Die Anzeige	10
6.2 Die Bedienelemente	11
6.3 Gerät einschalten	12
6.4 Ein- und Ausschalten des Eingangs	12
6.5 Sollwerte einstellen	12
6.6 Regelungsarten vorwählen	12
6.7 Benutzung von Level A und Level B	13
6.7.1 Level A	13
6.7.2 Level B	14
6.7.3 Level A/B (Pulsbetrieb)	14
6.7.4 Anstiegs- und Abfallzeit	15
6.8 Der Batterietestmodus	15
6.9 Alarmmanagement	16
6.10 Bedienorte und Prioritäten	16
6.11 Reihen- und Parallelschaltung	16
6.12 Funktionen der Klemme System Bus	17
6.12.1 Zwei-Quadranten-Betrieb	17
6.12.2 Umschaltung der Regelgeschwindigkeit	17
6.12.3 QuerstromEinstellung (Zwei-Quadranten-Betrieb)	17
6.12.4 Fernföhlung (Remote sense)	17
6.12.5 Pinbelegung Klemme System Bus	17
7. Gerätekonfiguration	18
7.1 Das Einstellungs-Menü	18
8. Die Anlogschnittstelle	19
8.1 Richtige Benutzung der Anlogschnittstelle	19
8.2 Beispielkonfigurationen	19
8.3 Anwendungen	20
8.4 Pinbelegung Anlogschnittstelle	21
9. Schnittstellenkarten	22

1. Leistungsbeschreibung

Die elektronischen Lasten der Serie EL9000 sind sehr leistungsfähige Geräte, die auf in einem 19" Gehäuse und nur 3HE eine Vielzahl von interessanten Möglichkeiten bieten. Über die gängigen Funktionen von elektronischen Lasten hinaus können Batterien getestet werden und Spannungs- oder Stromquellen mit einem Pulsbetrieb belastet werden, bei dem die Pulsdauer und die Amplitude einstellbar sind. Oder man kann mittels einer Schnittstellenkarte (CAN, RS232, USB oder IEEE/GPIB*) nahezu alle Funktionen des Gerätes steuern und das Gerät von einem PC aus überwachen.

Die Integration in bestehende Systeme ist mittels der Schnittstellenkarte leicht möglich, die Konfiguration ist einfach und wird am Gerät erledigt. Die elektronischen Lasten können so z. B. im Verbund mit einem Labornetzgerät der Serien PS9000/PSI9000 betrieben werden oder, durch die zusätzliche analoge Schnittstelle auf der Rückseite, von einer analogen Steuereinheit (SPS) oder einem anderem Gerät mit analoger Schnittstelle gesteuert werden bzw. dieses steuern.

Das Gerät ist mikroprozessorgesteuert. Das erlaubt eine genaue und schnelle Messung und Anzeige von Istwerten sowie eine durch viele neue Funktionen erweiterte Bedienbarkeit, die sich mit einer rein analog arbeitenden elektronischen Last nicht realisieren ließe.

Das moderne Design bietet höchste Leistung und ermöglicht platzsparende Konzeptionierung von aufwendigen und leistungsfähigen Anwendungen, wie z. B. industrielle Prüfsysteme mit variablen Leistungen für die unterschiedlichsten Anwendungen oder zu Demonstrations- und Testzwecken im Entwicklungs- oder Ausbildungsbereich.

Durch die digitale Steuerung und die nachrüstbare Steckkarte ist die Anbindung an professionelle, industrielle Bussysteme wie CAN stark vereinfacht worden. Nahezu alle Möglichkeiten der einzelnen Systeme werden genutzt. Bei USB ergibt es sich, daß z. B. an einem modernen PC vier oder mehr Geräte ohne weitere Hardware angeschlossen werden können. Bei CAN können die Geräte in bestehende CAN-Bussysteme eingebunden werden, ohne die anderen neu konfigurieren zu müssen. Adressbereich und Übertragungsrate können für das EL9000 Gerät so eingestellt werden, daß sie sich problemlos integrieren lassen.

Die Hauptfunktionen im Überblick:

- » Stellen von U, I, P und R, jeweils 0...100%
- » Batterietest mit Ah- und Zeiterfassung
- » wechselbare Schnittstellenkarten (CAN, USB, RS232, IEEE/GPIB)
- » analoge Schnittstelle für externe Ansteuerung
- » Pulsbetrieb zwischen zwei Sollwerten mit einstellbarer Zeit und einstellbarem Anstieg
- » einstellbarer Duty Cycle (als Zeit) von 50µs...100s, Anstiegs/Abfallzeit einstellbar von 30µs...200ms

2. Technische Daten

2.1 Bedien- und Anzeigeeinheit

Ausführung

Anzeige:	zweizeilige Zeichenanzeige mit 80 Zeichen
Bedienelemente:	2 Drehimpulsgeber, 2 Drehschalter, 1 Taster

Anzeigeformate

Die Nennwerte bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

Ist- und Sollwerte werden, sofern bei aktueller Betriebsart möglich, alle auf einmal in der Anzeige dargestellt.

Anzeige von Spannungswerten

Auflösung:	4-stellig
Genauigkeit:	max. $\pm 0,1\%$ von U_{nenn}
Formate:	0.0V...80.0V 0.0V...160.0V 0.0V...400.0V

Anzeige von Stromwerten

Auflösung:	4-stellig
Genauigkeit:	max. $\pm 0,2\%$ von I_{nenn}
Formate:	0.00A...50.00A 0.0A...100.0A 0.0A...200.0A

Anzeige von Leistungswerten

Auflösung:	4-stellig
Genauigkeit:	max. $\pm 2\%$ von P_{nenn}
Formate:	0W...2400W

Anzeige von Widerstandswerten

Auflösung:	4-stellig
Genauigkeit:	max. $\pm 2\%$ von R_{inenn} oder $\pm 0,3\%$ vom Strombereich
Formate:	0.00Ω...5.00Ω 0.00Ω...10.00Ω 0.0Ω...100.0Ω 0.0Ω...200.0Ω 0.0Ω...400.0Ω

Zeitangaben

Die Zeit (nur im Batterietest) wird im Format Stunden:Minuten: Sekunden (HH:MM:SS) dargestellt.

Auflösung:	1s
Bereich:	1s...99h:59m:59s (99:59:59)

Diese Zeit kann über eine Schnittstellenkarte ausgelesen, sowie die Pulsbreiten für A und B und die Anstiegszeit im dynamischen Level A/B-Betrieb gelesen und gesetzt werden. Dazu ist das Zeitformat erweitert worden, so daß Zeitbereiche von 1µs bis mehrere Jahre dargestellt werden können.

Einzelheiten darüber sind im Handbuch zu den Schnittstellenkarten zu finden.

2.2 Gerätespezifische Daten

	EL9080-200 HP	EL 9160-100 HP	EL9400-50 HP
Netzeingang			
Netzspannung	115V/230V umschaltbar	115V/230V umschaltbar	115V/230V umschaltbar
Netzfrequenz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Netzsicherung	T2,5A	T2,5A	T2,5A
DC-Eingang			
Eingangsspannung U_{nenn}	0...80V	0...160V	0...400V
Eingangsleistung P_{nenn}	0...2400W, mit temperaturabhängigem Derating	0...2400W, mit temperaturabhängigem Derating	0...2400W, mit temperaturabhängigem Derating
- Dauerleistung	2400W bis 40°C Umgebung	2400W bis 40°C Umgebung	2400W bis 40°C Umgebung
Eingangsstrom I_{nenn}	0...200A	0...100A	0...50A
Überspannungsschutzgrenze	$1,1 * U_{nenn}$	$1,1 * U_{nenn}$	$1,1 * U_{nenn}$
maximal zulässige Eingangsspg.	100V	180V	500V
Spannungsregelung			
Einstellbereich	0...80V	0...160V	0...400V (0...450V)
Auflösung Anzeige	100mV	100mV	100mV
Genauigkeit**	<0,1% von U_{nenn}	<0,1% von U_{nenn}	<0,1% von U_{nenn}
Stromregelung			
Einstellbereich	0...200A	0...100A	0...50A
Auflösung Anzeige	100mA	100mA	10mA
Genauigkeit**	<0,2% von I_{nenn}	<0,2% von I_{nenn}	<0,2% von I_{nenn}
Leistungsregelung			
Einstellbereich	0...2400W	0...2400W	0...2400W
Auflösung Anzeige	1W	1W	1W
Genauigkeit**	<2% von P_{nenn}	<2% von P_{nenn}	<2% von P_{nenn}
Widerstandsregelung			
Einstellbereich 1	0...5Ω	0...10	0...10Ω
Auflösung Anzeige	1mΩ	10mΩ	10mΩ
Genauigkeit**	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich
Einstellbereich 2	0...100Ω	0...200Ω	0...400Ω
Auflösung Anzeige	100mΩ	100mΩ	100mΩ
Genauigkeit**	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich	<2% vom Widerstandsbereich, 0,3% vom Strombereich
Dynamische Werte			
Stromanstiegs- und abfallzeit***	<50us	<50us	<50us
Pegel	2 einstellbare Lastpegel pro Regelungsart	2 einstellbare Lastpegel pro Regelungsart	2 einstellbare Lastpegel pro Regelungsart
Einschaltzeiten Pulsbetrieb	2 einstellbar, 50us...100s	2 einstellbar, 50us...100s	2 einstellbar, 50us...100s
Anstiegs-/Abfallzeit	einstellbar, 30us...200ms	einstellbar, 30us...200ms	einstellbar, 30us...200ms
Genauigkeit**	<10%	<10%	<10%
Triggereingang*	ja, für externe Pegelumschaltung	ja, für externe Pegelumschaltung	ja, für externe Pegelumschaltung
Batterietestfunktion			
Modi	Strom/Leistung/Widerstand	Strom/Leistung/Widerstand	Strom/Leistung/Widerstand
Batterieschutz	Entladeschlussspannung einstellbar	Entladeschlussspannung einstellbar	Entladeschlussspannung einstellbar
Anzeige	Zeit und verbrauchte Batteriekapazität	Zeit und verbrauchte Batteriekapazität	Zeit und verbrauchte Batteriekapazität
Anzeige	2 x 40 Zeichen, beleuchtet	2 x 40 Zeichen, beleuchtet	2 x 40 Zeichen, beleuchtet
Analoge Schnittstelle*			
Steuereingänge	0...10V für U / I / P / R (0...100% Sollwert)	0...10V für U / I / P / R (0...100% Sollwert)	0...10V für U / I / P / R (0...100% Sollwert)
Monitorausgänge	0...10V für U / I (0...100% Istwert)	0...10V für U / I (0...100% Istwert)	0...10V für U / I (0...100% Istwert)
Steuersignale	intern/extern, Eingang ein/aus, R-Mode 5/100Ω	intern/extern, Eingang ein/aus, R-Mode 10/200Ω	intern/extern, Eingang ein/aus, R-Mode 10/400Ω
Meldesignale	Überspannung / Übertemperatur	Überspannung / Übertemperatur	Überspannung / Übertemperatur
Ausgänge	Referenzspannung	Referenzspannung	Referenzspannung
Kühlung			
Kühlungsart	Temperaturgeregelter Lüfter	Temperaturgeregelter Lüfter	Temperaturgeregelter Lüfter
Umgebungstemperatur	0...70°C mit Derating 20W/°C	0...70°C mit Derating 20W/°C	0...70°C mit Derating 20W/°C
Anschlüsse			
Lasteingang	Rückseite, M8 Schraubanschlüsse	Rückseite, M8 Schraubanschlüsse	Rückseite, M8 Schraubanschlüsse
System Bus	Rückseite, 7polige Schraubklemme	Rückseite, 7polige Schraubklemme	Rückseite, 7polige Schraubklemme
Analoge Schnittstelle	Rückseite, 15polige Sub-D-Buchse	Rückseite, 15polige Sub-D-Buchse	Rückseite, 15polige Sub-D-Buchse
Abmessungen B x H x T	19" x 3HE x 460mm	19" x 3HE x 460mm	19" x 3HE x 460mm
Gewicht	17,5kg	17,5kg	17,5kg
Artikelnummer	33 200 240	33 200 242	33 200 244
Unterstützte Schnittstellenkarten	CAN, USB, RS232, GPIB	CAN, USB, RS232, GPIB	CAN, USB, RS232, GPIB

* technische Daten siehe Abschnitt Analogschnittstelle

** Genauigkeit ist die Abweichung, die der jeweilige Istwert (z. B. der Ausgangsspannung) zum eingestellten Sollwert hat, ohne jedoch Temperaturfehler oder Bauteilalterung zu berücksichtigen

*** Anstiegs und Abfallzeiten sind von 10%...90% und 90%...10% des Maximalstromes definiert

Alle Einzelwerte, die eine Toleranz angeben, sind typische Werte

3. Gerätebeschreibung

3.1 Frontansicht

Abbildung ähnlich

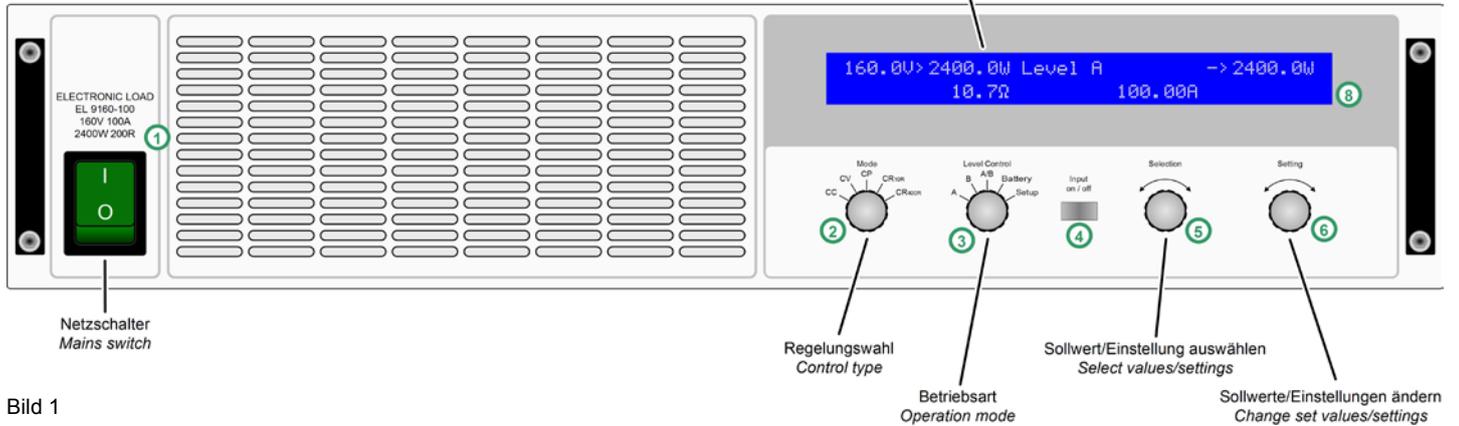


Bild 1

3.2 Rückansicht

Abbildung ähnlich

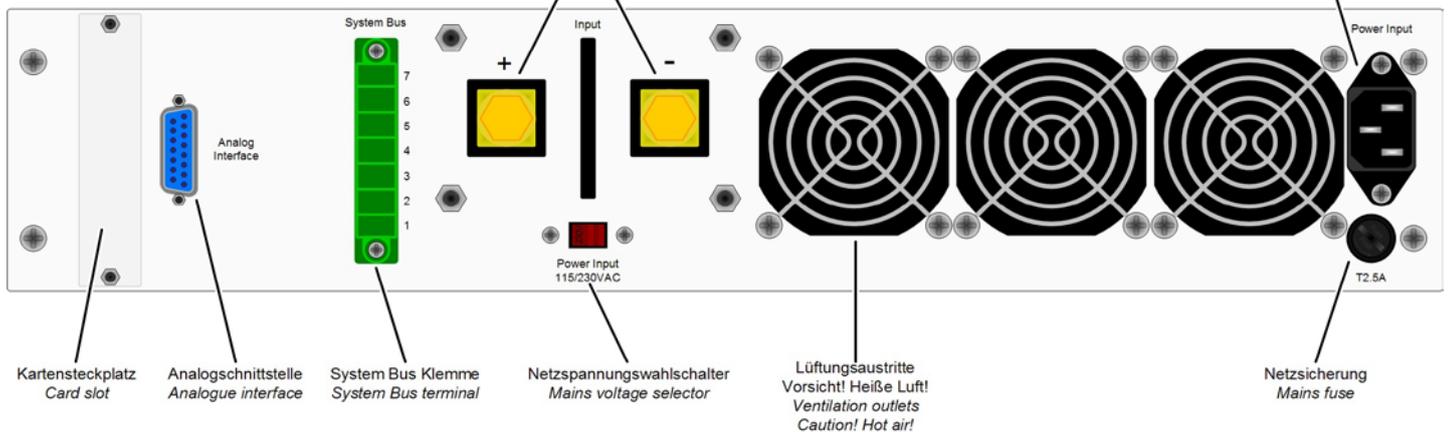


Bild 2

Belegung **System Bus** Klemmleiste:

- Pin 1 = Sense (+)
- Pin 2 = I-Cross
- Pin 3 = I-Cross-Rtn
- Pin 4 = Sense (-)
- Pin 5 = Share Bus
- Pin 6 = AGnd
- Pin 7 = FastReg

3.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x gedruckte Bedienungsanleitung
- 1 x Netzkabel

4. Allgemeines zur Bedienung

4.1 Vorwort/Warnhinweis

Diese Bedienungsanleitung und das zugehörige Gerät sind für Anwender gedacht, die sich mit dem Prinzip einer elektronischen Last und deren Anwendung auskennen. Die Bedienung des Gerätes sollte nicht Personen überlassen werden, denen die Grundbegriffe der Elektrotechnik unbekannt sind, da sie durch diese Anleitung nicht erläutert werden. Unsachgemäße Bedienung und Nichteinhaltung der Sicherheitsvorschriften können zur Beschädigung des Gerätes sowie zu Garantieverlust führen!

4.2 Netzanschluss / Erdung

Das Gerät wird über das Netzanschlusskabel geerdet. Deshalb darf das Gerät nur an einer Schutzkontaktsteckdose betrieben werden. Diese Maßnahme darf nicht durch Verwendung einer Anschlussleitung ohne Schutzleiter unwirksam gemacht werden.

4.3 Kühlung

Die Lufteinlässe in der Front und die Luftaustritte in der Rückseite sind immer frei und sauber zu halten. Ein Raum mit einem Abstand von mindestens 20 Zentimetern hinter der Rückwand ist freizuhalten, damit die Luft ohne Probleme entweichen kann.

Achtung! Aus den Luftaustritten an der Rückseite kann heiße Luft austreten.

4.4 Demontage

Achtung! Gerät darf vom Anwender nicht repariert werden.

Beim Öffnen des Gerätes oder beim Entfernen von Teilen mit Hilfe von Werkzeugen, können Teile berührt werden, die gefährliche Spannung haben. Das Gerät muss deshalb vor dem Öffnen von allen Spannungsquellen getrennt sein.

Das Arbeiten am geöffneten Gerät darf nur durch eine Elektrofachkraft durchgeführt werden, die über die damit verbundenen Gefahren informiert ist.

4.5 Temperaturabschaltung / Lüftung

Die Geräte sind mit temperaturgesteuerten Lüftern ausgestattet, die ständig drehen. Bei höheren Temperaturen erhöht sich die Drehzahl, was zu einer gewissen Geräuschentwicklung führt.

Das Gerät schaltet bei zu hoher Temperatur automatisch den Eingang ab. Wenn sich die Gerätetemperatur wieder im erlaubten Bereich befindet, schaltet es automatisch wieder ein.

Der Fehler bleibt in der Anzeige stehen, bis er durch die „Input on/off“-Taste quittiert oder mittels Befehl ausgelesen wird. Ein interner Fehlerspeicher speichert bis zu drei aufgetretene Fehler und wird nach dem Auslesen gelöscht.

4.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

Die elektronische Last zeichnet sich durch schnelle Stromanstiegs- und abfallzeiten aus, die durch eine hohe Bandbreite der internen Regelung erreicht werden.

Werden Quellen mit eigener Regelung, wie zum Beispiel Netzgeräte, mit der elektronischen Last getestet, so kann unter bestimmten Bedingungen eine Regelschwingung auftreten. Diese Instabilität tritt auf, wenn das Gesamtsystem (speisende Quelle und elektronische Last) bei bestimmten Frequenzen zu wenig Phasen- und Amplitudenreserve aufweist. 180° Phasenverschiebung bei > 0dB Verstärkung erfüllt die Schwingungsbedingung und führt zur Instabilität. Das Gleiche kann auch bei Quellen ohne eigene Regelung (z. B. Batterie) auftreten, wenn die Lastzuleitung stark induktiv oder induktiv-kapazitiv ist.

Tritt eine Regelschwingung auf, ist das nicht durch einen Mangel der elektronischen Last verursacht, sondern durch das Verhalten des gesamten Systems. Eine Verbesserung der Phasen- und Amplitudenreserve kann das wieder beheben. In der Praxis wird hierfür ein Kondensator direkt am DC-Eingang an der elektronischen Last angebracht. Meistens kann eine kleine Kapazität im Bereich 1µF zur Stabilisierung führen. Für langsamere Systeme können auch mehrere 100 µF erforderlich sein.

4.7 Temperaturverhalten

Zusätzlich zur technischen Maximalleistung von 2400W, auf die das Gerät begrenzt ist, gibt es eine temperaturbedingte Leistungsreduktion (Derating). Diese wird wirksam, wenn sich das Gerät durch hohe Leistungsaufnahme stark erhitzt.

Ab ca. 40°C Umgebungstemperatur findet eine Leistungsreduktion von 20W pro °C statt.

5. Installation

5.1 Sichtprüfung

Das Gerät ist nach der Lieferung auf Beschädigungen zu überprüfen. Sollten Beschädigungen oder technische Fehler erkennbar sein, darf das Gerät nicht angeschlossen werden. Außerdem sollte unverzüglich der Händler verständigt werden, der das Gerät geliefert hat.

5.2 Netzanschluss

Der Anschluß des Gerätes erfolgt mit der beiliegenden Netzleitung.

Bei dem Anschlußstecker handelt es sich um einen 10A Kaltgerätestecker (nach IEC 320). Die standardmäßige Netzzuleitung ist ca. 1,5m lang und hat einen Querschnitt von $3 \times 0,75\text{mm}^2$.

Die Absicherung des Gerätes erfolgt über eine $5 \times 20\text{mm}$ Schmelzsicherung (T2,5A), die auf der Rückseite von außen zugänglich ist.

5.3 Anschluss DC-Eingang

Der Lasteingang befindet sich auf der Rückseite des Gerätes. Der Anschluß eines zu belastenden Gerätes (Einspeisegerät) erfolgt an den Eingangsbuchsen durch Schraub-Klemmverbindung.

Der Eingang ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Um Beschädigungen durch ein einspeisendes Gerät zu vermeiden, beachten Sie stets die für das Gerät zulässigen Nennwerte. Gegebenenfalls ist eine externe Sicherung an der speisenden Quelle zu installieren (speziell bei Batterieentladung).

Der Querschnitt der Eingangsleitungen richtet sich nach der Stromaufnahme. Wir empfehlen:

bei **50A**: $2 \times 4\text{mm}^2$ oder $1 \times 10\text{mm}^2$ mindestens

bei **100A**: $2 \times 10\text{mm}^2$ oder $1 \times 35\text{mm}^2$ mindestens

bei **200A**: $2 \times 35\text{mm}^2$ oder $1 \times 95\text{mm}^2$ mindestens

pro Anschlußleitung (Litze, frei verlegt) zu verwenden.

Die Eingänge "+" und "-" sind erdfrei, so daß bei Bedarf einer von beiden geerdet werden kann.

Achtung! Bei Erdung einer der Eingangspole muß beachtet werden, ob bei der Spannungsquelle (z. B. Netzgerät) nicht auch ein Ausgangspol geerdet ist. Dies kann u. U. zu einem Kurzschluß führen!

Achtung! Bei Reihenschaltung mehrerer Lasten ist die Potentialverschiebung der Eingangspole zu berücksichtigen! Erdung ist dann nur am Eingang mit dem niedrigsten Potential zu empfehlen.

5.4 Klemme System Bus

Die Klemme **System Bus** (Rückseite, Pinbelegung siehe Seite 7) ist eine weitere Schnittstelle für wichtige Funktionen. Näheres dazu im Abschnitt „6.12 Funktionen der Klemme System Bus“.

5.5 Anschluss Fernführung

Der Anschluß für die Fernführung befindet sich auf der Rückseite des Gerätes, an der Klemme **System Bus**.

Soll der Spannungsabfall auf den Zuleitungen (max. 1,1V pro Leitung) vom speisenden Gerät zum Verbraucher kompensiert werden, kann die Last die Spannung des speisenden Gerätes an der Klemme **System Bus** messen und daraufhin regeln. Der Anschluss erfolgt polrichtig auf der Rückseite des Gerätes an Pin 1 (+ Sense) und Pin 4 (-Sense) der Klemme **System Bus**. Empfohlener Querschnitt: $0,2\text{mm}^2 - 2,5\text{mm}^2$ flexible Leitung mit Aderendhülsen.

! (+) Sense darf nur an (+) Ausgang und (-) Sense nur an (-) Ausgang des speisenden Gerätes angeschlossen werden. Ansonsten können beide Geräte beschädigt werden.

Weitere Informationen über die Klemme **System Bus** finden Sie im Abschnitt „6.12 Funktionen der Klemme System Bus“.

5.6 Slot für Erweiterungskarte

Das Gerät kann optional mit einer steckbaren Erweiterungskarte ausgestattet werden. Der Anschluß hierfür befindet sich auf der Rückseite des Gerätes. Weitere Informationen über die Erweiterungskarten, hier auch Schnittstellkarten genannt, finden Sie im Abschnitt 9.

6. Bedienung

Für eine Übersicht aller Bedien- und Anzeigeelemente siehe auch Seite 7.

6.1 Die Anzeige

Dies ist eine Übersicht über die zweizeilige Anzeige und deren Aufteilung. Die linke Seite zeigt immer nur Istwerte an, während der Lasteingang eingeschaltet ist:

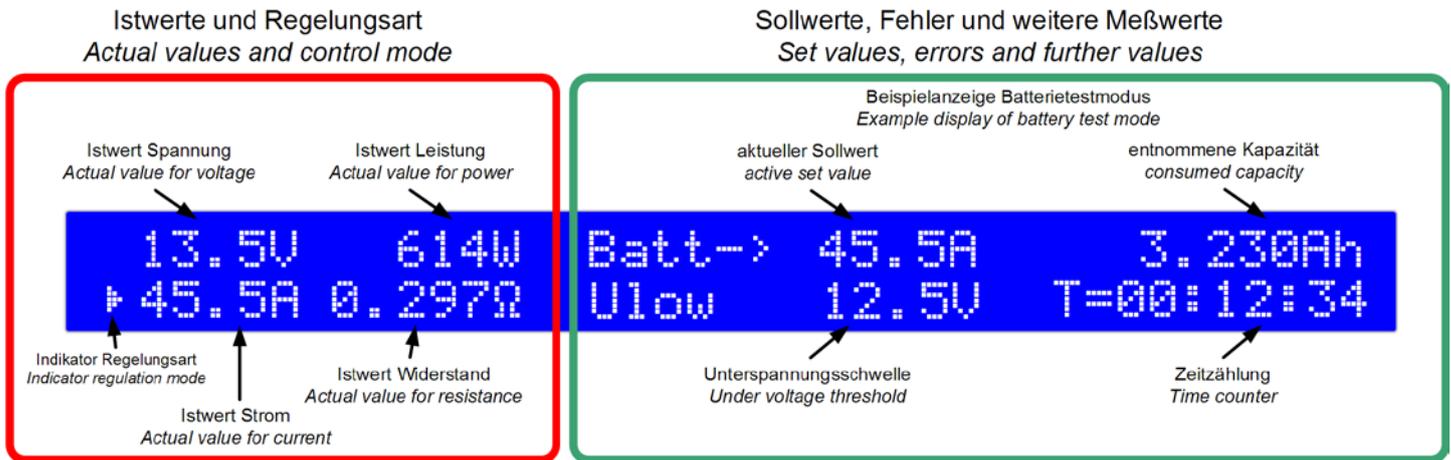


Bild 3

Der **Indikator** für die Regelungsart (ein Dreieck) erscheint jeweils vor dem Istwert, der zur der Regelungsart gehört in dem die Last gerade arbeitet. Diese kann von der vorgeählten abweichen, wenn ein Nennwert überschritten wird. Dabei haben Strom- und Leistungsregelung Vorrang vor der Spannungs- oder Widerstandsregelung. Das bedeutet, daß die Last in den Konstantleistungsbetrieb wechselt, sobald der Nennwert der Leistung erreicht bzw. überschritten wird. Dies wird durch das Dreieck angezeigt.

Ist der Lasteingang ausgeschaltet wird der Status **Stand-by** eingeblendet und nur noch der Istwert der Spannung angezeigt:

```
13.40V      Batt-> 45.5A
Standby     Ulow   12.5V
```

Bild 4

Für verschiedene Betriebszustände erscheinen diverse Texte in der rechten Seite der Anzeige:

```
Remote mode (Level-A)
Card type: USB
```

Bild 5

Der Zustandstext **Remote mode** wird angezeigt, wenn die Last über die Schnittstellenkarte (optional) in den Fernsteuerbetrieb gesetzt wurde. Dies ist nur in den Betriebsarten **Level A, B** und **A/B** möglich.

```
External mode
```

Bild 6

Der Zustandstext **External mode** zeigt an, daß die Steuerung der Last über die analoge Schnittstelle aktiviert wurde. Die Sollwerte können in diesem Modus nicht am Gerät eingestellt werden. Mehr Information siehe Abschnitt „8. Die Analog-schnittstelle“.

```
Overvoltage
Overtemperature
```

Bild 7.1

Die Textmeldungen **Overvoltage** (Überspannung) und **Overtemperature** (Übertemperatur) zeigen Fehler an.

Ein **Übertemperaturfehler** kann auftreten, wenn sich die Last stark erhitzt. Dabei wird der Lasteingang abgeschaltet für und bleibt es, solange der Fehler besteht. Nach Abkühlung schaltet sich der Lastbetrieb automatisch wieder ein.

Ein **Überspannungsfehler** wird bei zu hoher Eingangsspannung auftreten, für die Grenze siehe „2. Technische Daten“. Nach einem Überspannungsfehler ist den Lasteingang aus und muß, nach Beseitigung der Ursache, wieder manuell eingeschaltet werden.

Alarmmanagement

Fehlermeldungen bleiben im Display stehen, bis sie mit „Input on/off“ quittiert werden. Das dient dazu, dem Anwender mitzuteilen, daß ein Fehler anliegt („active“) oder bereits wieder gegangen („gone“) ist. Dies sieht dann so aus:

```
Overvoltage (active)
Overvoltage (gone)
```

Bild 7.2

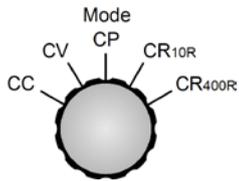
Es wird nur der zuletzt aufgetretene Fehler angezeigt, bis zu drei werden intern gespeichert und können via Schnittstellenkarte und Befehl ausgelesen werden, worauf der Speicher geleert und die Anzeige zurückgesetzt wird.

6.2 Die Bedienelemente



Netzschalter **Power (1)**

Dient zum Ein- und Ausschalten des Gerätes.



Wahlschalter **Mode (2)**

Dient zur Vorwahl der Regelungsart, in der die Last arbeiten soll. Die Regelungsarten beeinflussen sich gegenseitig, wenn Gerätenennwerte erreicht und dann begrenzt werden. So kann es z. B. in der Stromregelung (CC) zu

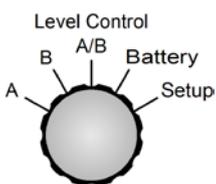
einer Dominanz der Leistungsregelung (CP) kommen, wenn die Gesamtleistung die Nennleistung überschreitet. Mehr zu den Regelungsarten im Abschnitt „6.6 Regelungsarten wählen“.

Folgende Regelungsarten sind wählbar:

- CC** Konstantstrombetrieb
- CV** Konstantspannungsbetrieb
- CP** Konstantleistungsbetrieb
- CR_{10R}** Konstantwiderstandsbetrieb Bereich 1*
- CR_{400R}** Konstantwiderstandsbetrieb Bereich 2*

*hier sind CR_{100R} und CR_{400R} nur Beispiele

Das Umschalten der Regelungsart schaltet den Lasteingang aus und der zur Regelungsart gehörige Sollwert, z. B. der Stromsollwert bei CC, wird zur Einstellung angewählt (Pfeil vor dem Sollwert). Andere Sollwerte können danach auch angewählt und eingestellt werden.



Wahlschalter **Level Control (3)**

Dient zur Wahl der Betriebsart. Für Level **A** und **B**, sowie für **A/B** werden verschiedene Sätze von Sollwerten verwendet. Das bedeutet, daß man in Stellung **A** für den Level **A** andere Sollwerte für U, I usw. einstellen kann als für Level

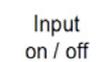
B. Die Sollwerte werden im Betrieb solange beibehalten, bis sie geändert werden. Beim Umschalten in eine andere Regelungsart werden Sie allerdings auf bestimmte Werte zurückgesetzt, wenn die Einstellung **Keep set values** auf **no** gesetzt wurde (siehe „7. Gerätekonfiguration“). Das Betätigen des Schalters schaltet den Lasteingang aus, mit Ausnahme bei einem Wechsel zwischen **A->B** bzw. **B->A**, damit man manuell zwischen **A** und **B** hin- und herschalten kann.

Die zuletzt eingestellten Sollwerte werden beim Ausschalten des Gerätes oder Unterspannungsfehler (Power fail) gespeichert und stehen nach dem Einschalten wieder zur Verfügung, wenn die Einstellung **Keep set values = yes** gewählt wurde.

Bedeutung der einzelnen Schalterstellungen:

- A** Schaltet auf die Sollwerte für den Level A um. Diese werden nach dem Umschalten sofort gesetzt.
- B** Schaltet auf die Sollwerte für den Level B um. Diese werden nach dem Umschalten sofort gesetzt.
- A/B** Schaltet die Last offline und aktiviert den Pulsbetrieb (frequenzbehafter, automatischer Wechsel zwischen Level A und B).
- Battery** Schaltet die Last offline und aktiviert den Batterietestmodus.
- Setup** Schaltet die Last offline und aktiviert das Einstellungs-Menü. Hier können geräte- bzw. schnittstellenspezifische Einstellungen gemacht werden.

Mehr zu den Betriebsarten in Abschnitt „6.7 Benutzung von Level A und B“.



Taster **Input on/off (4)**

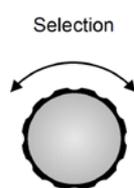
Dient zum Ein- und Ausschalten des Lastbetriebes (Lasteingang ein/aus). Der ausgeschaltete Zustand wird mit **Standby** im Display angezeigt.

Im Batterietestmodus wird im ausgeschalteten Zustand zusätzlich die Zeitählung pausiert bzw. im eingeschalteten Zustand fortgeführt.

Das Einschalten des Lastbetriebes kann durch bestimmte Umstände verhindert werden, zum Beispiel wenn eine Überspannung auftritt oder ein anderer Fehler vorliegt oder das Gerät über die analoge bzw. digitale Schnittstelle ferngesteuert wird.

Der Taster dient zusätzlich zum Quittieren der Alarmanzeige im Display. Nach dem Quittieren verschwindet die Alarmanzeige (sofern kein Fehler mehr aktuell) und der Taster kann den Eingang wie gehabt freigeben.

Im Remotebetrieb, d.h. Steuerung über eine digitale Schnittstellenkarte, kann der Zustand durch Drücken der Taste von >3s zwangsweise beendet werden.



Drehgeber **Selection (5)**

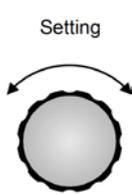
Dieser Drehgeber hat keinen Endanschlag. Mit jeder Drehung (= ein Rastschritt) wählt **Selection** ein anderes Element in der Anzeige zum Einstellen bzw. im Einstellungs-Menü einen anderen Parameter an. Vor dem einzustellenden Wert wird ein Pfeil (->) plaziert.

Die Anwahl erfolgt bei Rechtsdrehung in der Reihenfolge oben-unten-rechts-unten. Das bedeutet, wenn der Pfeil auf dem Spannungssollwert stand, wird er bei Rechtsdrehung auf den Stromsollwert gesetzt, weil dieser unter dem Spannungssollwert steht und danach auf den Leistungssollwert usw.

Bei Linksdrehung bewegt sich der Pfeil in umgekehrter Reihenfolge.

In der Betriebsart **Level A/B** oder im Einstellungs-Menü sind mehrere „Seiten“ anwählbar. Dort erscheinen am rechten Rand der Anzeige zwei auf und ab zeigende Dreiecke, die

symbolisieren sollen, daß hier noch weiterschaltet werden kann. Wenn man durch Links- oder Rechtsdrehung am Ende angekommen ist, springt der Pfeil wieder zurück auf die erste bzw. letzte Einstellseite.



Drehgeber **Setting (6)**

Dieser Drehgeber hat keinen Endanschlag. Mit jeder Drehung (= ein Rastschritt) ändert **Setting (6)** den Sollwert bzw. den Parameter (im Einstellungs-Menü), der mit dem Drehgeber **Selection (5)** ausgewählt wurde.

Es gilt: je schneller man den Geber dreht, desto schneller wird der Sollwert erhöht oder verringert, die Schrittweite erhöht sich dabei. Mit langsamen Drehbewegungen kann also der Sollwert in kleinen Schritten verändert werden und mit schnellen Drehbewegungen in großen Schritten.

Wird durch das Drehen der untere oder obere Grenzwert des Sollwertes erreicht, bleibt der Sollwert auf dem Grenzwert stehen, bis er durch Drehen in entgegengesetzte Richtung wieder verändert wird.

6.3 Gerät einschalten

Das Einschalten des Gerätes geschieht über den Netzschalter. Nach dem Einschalten des Gerätes wird in der Anzeige der Gerätetyp und die Firmwareversion ausgegeben.

Nachdem das interne System überprüft und hochgefahren ist, stellen sich voreingestellte Sollwerte ein. Der Lasteingang ist nach dem Einschalten des Gerätes stets offline, also aus.

Wenn die Einstellung **Keep set values** auf **yes** gesetzt ist, werden die bei Ausschalten gespeicherten letzten Sollwerte wieder eingestellt.

6.4 Ein- und Ausschalten des Eingangs

Durch Betätigung des Tasters **Input on/off (4)** wird der Lasteingang eingeschaltet, sofern dies für den momentanen Zustand freigegeben ist, und die Last beginnt, im Lastbetrieb zu arbeiten.

Nochmaliges Betätigen des Tasters schaltet den Lasteingang aus.

Der Eingang kann auch durch den Pin „REM-SB“ der analogen Schnittstelle (Pin = low) ausgeschaltet werden, wenn er vorher eingeschaltet war. Einschalten über diesen Pin geht nicht, wenn er vorher aus war.

Wenn der Lasteingang ein ist, werden alle vier Istwerte von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand auf der linken Display-Hälfte angezeigt.

Ist der Lasteingang aus, dann wird nur der Istwert der Eingangsspannung angezeigt, da in diesem Zustand keine sinnvollen Istwerte für Strom, Leistung und Widerstand vorhanden sind. Im Batterietestmodus wird durch das Betätigen des Tasters außerdem die Zeitmessung gestoppt bzw. wieder gestartet.

```
13.4V      Batt-> 45.50A
Standby    Ulow   12.5V
```

Bild 8

Das Einschalten des Lastbetriebes kann durch bestimmte Umstände verhindert werden. Zum Beispiel wenn eine Überspannung auftritt oder ein anderer Fehler vorliegt oder das Gerät über die analoge bzw. digitale Schnittstelle ferngesteuert wird.

Der Aus-Zustand des Einganges wird so angezeigt:

6.5 Sollwerte einstellen

Hinweis: Sollwerte, die bei der mit Schalter **Mode (2)** aktuell gesetzten Regelungsart nicht verändert werden dürfen, werden nicht angezeigt und können auch nicht angewählt werden.

Sollwerte können am Gerät eingestellt werden, wenn in der Anzeige der Status **External mode** oder **Remote mode** nicht angezeigt wird.

a) Zu stellenden Sollwert auswählen

In den Betriebsmodi **A**, **B**, **A/B** und **Battery** wird durch Drehen von **Selection (5)** der einzustellende Sollwert ausgewählt.

Im Einstellungs-Menü (Schalter „Level Control“ in Stellung **Setup**) wird hierbei ein anderer Parameter zum Einstellen ausgewählt. Siehe auch „7.1 Das Einstellungs-Menü“.

b) Sollwert einstellen

Mit **Setting (6)** wird der zuvor mit **Selection (5)** ausgewählte Sollwert eingestellt. Es gilt: je schneller man den Geber dreht, desto schneller wird der Sollwert erhöht oder verringert. Mit langsamen Drehbewegungen kann also der Sollwert in kleinen Schritten verändert werden und mit schnellen Drehbewegungen in großen Schritten. Wird durch das Drehen der untere oder obere Grenzwert des Sollwertes erreicht, bleibt der Sollwert auf dem Grenzwert stehen, bis er durch Drehen in entgegengesetzte Richtung wieder verändert wird.

Wichtig! Es gilt, daß im Level A/B-Betriebsmodus der Level A immer größer (oder gleich) sein muß als Level B! Daraus ergibt sich, daß Level B nach oben hin nur bis zum Wert von Level A eingestellt werden kann und Level A nach unten hin nur bis zum Wert von Level B.

6.6 Regelungsarten vorwählen

Mit dem Drehschalter **Mode (2)** wird die Regelungsart der Last vorgewählt, die das interne Regelverhalten bestimmt. Es stehen vier Regelungsarten zur Auswahl: **CC**, **CV**, **CP** und **CR**.

CC bedeutet Konstantstrombetrieb. Dabei sind nur die Sollwerte für den Strom und für die Leistung veränderbar. In dieser Regelungsart wird der Eingangsstrom auf den eingestellten Stromsollwert ausgeregelt und gehalten (Stromregelung), sofern die speisende Einheit in der Lage ist, diesen Strom zu liefern. Die Einstellung für die Leistungsbegrenzung begrenzt zusätzlich die insgesamt aufgenommene Leistung, das heißt, der Strom wird durch die Leistungsbegrenzung zusätzlich begrenzt.

Das manuelle Umschalten in die Regelungsart **CC** kann den Sollwert für Leistung auf seinen Nennwert zurücksetzen und den Sollwert für den Strom auf 0, wenn in den Einstellungen der Parameter **Keep set values** auf **no** gestellt wurde. Bei Auswahl **yes** werden die zuletzt eingestellten Sollwerte weiter benutzt. Siehe auch „7.1 Das Einstellungs-Menü“.

CV bedeutet Konstantspannungsbetrieb. Hierbei sind die Werte für Spannung, Strom und Leistung veränderbar. In dieser Regelungsart wird die Eingangsspannung auf den vorgegebenen Wert begrenzt, indem die Last die speisende Einheit strommäßig so stark belastet, daß deren Spannung auf den an der Last eingestellten Wert zusammenbricht. Ist die speisende Einheit in der Lage, mehr Strom zu liefern als der Stromnennwert der Last beträgt, dann kann der Spannungssollwert nicht erreicht werden.

Das manuelle Umschalten in die Regelungsart **CV** kann die Sollwerte für Spannung, Strom und Leistung auf ihre Nennwerte zurücksetzen, wenn in den Einstellungen der Parameter **Keep set values** auf **no** gestellt wurde. Bei Auswahl **yes** werden die zuletzt eingestellten Sollwerte weiter benutzt. Siehe auch „7.1 Das Einstellungs-Menü“.

Hinweis: die CV-Regelungsart ist für den Batterietest nicht zulässig, daher wird bei Wahl von CV für den Batterietest eine Fehlermeldung angezeigt.

Hinweis: der Spannungssollwert, der der Regelungsart CV zugeordnet ist, muß in den anderen Regelungsarten auf 0 gesetzt sein. Daher ist er bei der manuellen Bedienung in CC, CP oder CR nicht auswählbar.

Bei **Remotebetrieb** in diesen Regelungsarten kann der Spannungssollwert zwar an das Gerät gesendet werden, wird aber ignoriert bzw. erzeugt einen Zugriffsfehler.

Bei **Externbetrieb** (analoge Schnittstelle) gibt es eine Ausnahme: der Spannungssollwert muß vorgegeben werden. Es wird empfohlen, für einen normalen Betrieb von CC, CP oder CR diesen Sollwert auf 0V zu setzen.

CP bedeutet Konstantleistungsbetrieb. Hierbei sind die Werte für Leistung und Strom veränderbar. In dieser Regelungsart wird die Spannungs- oder Stromquelle soweit belastet, bis sich die gewünschte Leistung aus der Eingangsspannung und dem einfließenden Strom ergibt ($P = U \cdot I$). Ist die Eingangsspannung so niedrig, daß der einfließende Strom den Nennstrom des Gerät übersteigt, kann die Leistung nicht erreicht werden. Gleichzeitig wird die Strombegrenzung aktiv. Dies gilt auch für einen zu niedrigen einfließenden Strom bei konstanter Eingangsspannung bis zum Nennwert. Auch hier kann die gewünschte Leistung nicht erreicht werden.

Das manuelle Umschalten in die Regelungsart **CP** kann die Sollwerte für Strom und Leistung auf ihre Nennwerte zurücksetzen, wenn in den Einstellungen der Parameter **Keep set values** auf **no** gestellt wurde. Bei Auswahl **yes** werden die zuletzt eingestellten Sollwerte weiter benutzt. Siehe auch „7.1 Das Einstellungs-Menü“.

CR bedeutet Konstantwiderstandsbetrieb in zwei Bereichen. Für die jeweiligen Werte siehe technische Daten.

Die CR-Regelungsart ist nur aktiv, wenn der Wahlschalter **Mode** auf einem der beiden Widerstandsbereiche steht.

Beide Bereiche verhalten sich gleich, unterscheiden sich beim Einstellen des Sollwertes lediglich durch eine höhere

Genauigkeit des kleineren Widerstandsbereiches. Hierbei sind die Werte für Strom, Leistung und Widerstand veränderbar.

In dieser Regelungsart wird die Spannungs- oder Stromquelle soweit belastet, bis sich aus dem Verhältnis von angelegter Spannung zu einfließendem Strom der gewünschte Widerstand ergibt ($R = U / I$). Ist die Eingangsspannung so hoch, daß der einfließende Strom den Nennstrom des Gerät übersteigt, kann der Widerstand nicht erreicht werden. Gleichzeitig wird die Strombegrenzung aktiv. Wenn das Produkt aus angelegter Spannung und einfließendem Strom, also die Leistung, den Nennwert übersteigt, wird die Leistungsbegrenzung aktiv. Dann kann der gewünschte Widerstand auch nicht erreicht werden.

Das manuelle Umschalten in die Regelungsart **CR** kann die Sollwerte für Strom und Leistung auf ihre Nennwerte zurücksetzen, wenn in den Einstellungen der Parameter **Keep set values** auf **no** gestellt wurde. Bei Auswahl **yes** werden die zuletzt eingestellten Sollwerte weiter benutzt. Siehe auch „7.1 Das Einstellungs-Menü“.

6.7 Benutzung von Level A und Level B

Erläuterung

Die Bezeichnungen Level A und Level B stehen für zwei unterschiedliche Sätze von Sollwerten zwischen denen man hin- und her schalten kann. Entweder manuell mit dem Schalter **Level Control (3)** bzw. von extern über die analoge Schnittstelle mit dem Triggereingang (nur im **A/B-Betrieb**). Oder automatisch (**A/B-Betrieb**), um einen Sollwertsprung herbeizuführen.

Es gibt für A und B je fünf Sollwerte, die zu den Regelungsarten zugeordnet sind. Das heißt, daß der Sollwert für den Strom der Konstantstromregelung zugeordnet ist und durch die zwei Sollwerte A und B wahlweise bestimmt wird. Wenn zum Beispiel die Regelungsart CP gewählt wurde, also Konstantleistungsregelung, kann man durch Umschalten zwei verschiedene Sollwerte für die Leistungsbegrenzung einstellen und somit Leistungssprünge erzeugen. Bei Verwendung des A/B-Betriebes (siehe 6.7.3) geschieht das Umschalten von A nach B und umgekehrt automatisch, zusammen mit den einstellbaren Pulszeiten für A und B. Es wird dadurch ein rechteckförmiger Sollwertverlauf erzeugt, dessen oberer und unterer Spannungslevel (nicht zu verwechseln mit der Eingangsspannung des Gerätes) durch A und B und dessen Periodendauer (und somit Frequenz) durch die Summe der beiden variablen Pulszeiten von A und B bestimmt werden. Diese bestimmen daher auch den sog. Duty Cycle. Beispiel: A = 10ms, B = 90ms, dann ergeben sich 100ms Periodendauer (= 10Hz) mit einem Duty Cycle von 10%. Siehe auch Bild 11.

6.7.1 Level A

Bei Auswahl des „Level A“ mit dem Schalter **Level Control(3)** wird auf den manuellen Betrieb umgeschaltet. Dies ist allerdings nur möglich, wenn die Last nicht im **Remote mode** oder im **External mode** ist. In der Anzeige wird **Level A** angezeigt und ein Pfeil (->) vor den zur gewählten Regelungsart gehörenden Sollwert gesetzt, damit dieser sofort variiert werden kann.

Die anderen Sollwerte können über Auswahl mit **Selection(5)** angewählt und mit **Setting(6)** verändert werden. Welche Sollwerte veränderbar sind, hängt von der gewählten Regelungsart ab. Im Konstantleistungsbetrieb sind das z. B. der Strom und die Leistung, weil der Sollwert für den Widerstand nur im Konstantwiderstandsbetrieb zur Verfügung steht und die Spannung auf 0 gesetzt sein muß. Siehe Bild 9.

Der in diesem Modus eingestellte Sollwert bleibt bei eingeschalteter Last solange erhalten, bis er geändert wird. Auch bei Umschalten auf **Level B**, **Level A/B** oder **Batterietest**. Dies gilt nicht, wenn die Einstellung **Keep set values** auf **no** (siehe „7.1 Das Einstellungs-Menü“) gesetzt ist. Dann wird der Sollwert auf einen bestimmten Wert, in Abhängigkeit von der gewählten Regelungsart, zurückgesetzt (siehe auch „6.6 Regelungsarten wählen“).

Im Level A-Modus kann die Last auf Fernsteuerbetrieb umgeschaltet werden und von einem PC aus wie bei manueller Bedienung gesteuert werden.

Die zuletzt gewählte Einstellung des Schalters „**Level Control**“ wird bei Wechsel in den Remote-Betrieb übernommen. Danach kann über einen entsprechenden Befehl die Betriebsart geändert werden.

6.7.2 Level B

Bei Auswahl des **Level B** mit dem Schalter **Level Control(3)** wird auf den manuellen Betrieb umgeschaltet. **Level B** funktioniert ansonsten genau wie **Level A**. Nach dem Umschalten werden sofort die Sollwerte von **Level B** eingestellt.

Im **Level B**-Modus kann die Last auch auf Fernsteuerbetrieb umgeschaltet werden und von einem PC aus wie bei manueller Bedienung gesteuert werden.

Die zuletzt gewählte Einstellung des Schalters „**Level Control**“ wird bei Wechsel in den Remote-Betrieb übernommen. Danach kann über einen entsprechenden Befehl die Betriebsart geändert werden.

6.7.3 Level A/B (Pulsbetrieb)

Dieser Modus vereint zwei Sollwerte A und B mit zwei für A und B separat einstellbaren Pulszeiten. Diese ergeben eine Periodendauer und durch das resultierende Signal erzeugt die Last Sollwertsprünge zwischen den Sollwerten von A und B. Zusätzlich ist die Anstiegs- bzw. Abfallzeit der Sollwertsprünge einstellbar. Dies wird jedoch nur auf den Sollwert

angewendet, der zur gewählten Regelungsart gehört. Es wird in der CC-Regelungsart der Stromsollwert gepulst usw., wobei die anderen Sollwerte wie sonst konstant bleiben. Siehe auch Bild 11 und 12.

In dieser Betriebsart ist die Pulszeit für A dem Sollwert von A zugeordnet usw. Die Summe der Pulszeiten ergibt eine Periodendauer t , die mit $f=1/t$ eine bestimmte Frequenz ergibt. Die Pulszeiten sind jeweils von 50us...100s einstellbar. Daraus ergibt sich eine Zeit von 100us...200s, was einer Frequenz von 10kHz...0,005Hz entspricht.

Hinweis: Alarme wie OVP oder PF (Powerfail) (siehe „6.9 Alarmmanagement“), die den Eingang abschalten, stoppen bei Auftreten den Pulsbetrieb. Er kann wieder aufgenommen werden, nachdem der Alarm quitiert wurde.

Externer Trigger

Die über den Triggereingang „Trigger In“ (Pin 14 der analogen Schnittstelle) steuerbare, externe Umschaltung zwischen A und B ist nur im Level A/B-Betrieb möglich. Die Verwendung muß im Einstellungs-Menü mit der Option **Trigger mode** freigegeben werden (siehe „7. Gerätekonfiguration“). Die Standardeinstellung ist internal. Durch Setzen auf external wird die Level-Umschaltung im A/B-Betrieb auf den Triggereingang umgeschaltet. Die Einstellung für die Anstiegszeit bleibt dabei wirksam, die Pulszeiten werden allerdings durch das externe Triggersignal bestimmt.

Ist der ext. Trigger aktiv, werden in der Anzeige die Pulszeiten ausgeblendet und sind nicht mehr einstellbar. Weiterhin wird „**Ext. trigger active**“ angezeigt.

Mit dem Drehgeber **Selection(5)** können die Sollwerte für A und B, sowie die beiden Pulszeiten für Level A und B angewählt und eingestellt werden. In der Anzeige erscheinen zur Kennzeichnung der Zugehörigkeit **A** und **B**. Bei der Auswahl des einzustellenden Wertes wird wiederum ein Pfeil (->) vor den Wert gestellt. Zusätzlich ist noch die Anstiegs/Abfallzeit für den automatischen Wechsel von A nach B (und umgekehrt) einstellbar. Diese beiden Zeiten sind gleich, daher können sie nicht für A und B getrennt eingestellt werden. Die Anzeige erfolgt als Slew Rate im Format Δ Sollwert/ Δ Zeit, also wie in Bild 10 z. B. 60A/20ms.

Der Level A/B-Betrieb wird gestartet, sobald die Last online geschaltet wird.

160.00V * 2400W Level A -> 2400W
15.00A 10.67Ω 100.00A

Bild 9. Normaler Lastbetrieb in CP-Regelungsart

160.00V * 2400W A-> 10.0ms 100.00A/ 20ms
15.00A 10.67Ω B 240ms

Bild 10. Level A/B-Betrieb mit Pulszeiteneinstellung

Hinweis: im Level A/B-Betrieb gilt, daß der Sollwert für Level A immer größer sein muß als der für Level B. Man kann also Level A nach unten hin nur bis Level B einstellen und Level B nach oben hin nur bis Level A. Wenn Level A sich anscheinend nicht einstellen läßt, kann es daran liegen, daß Level B auf den gleichen Wert eingestellt ist.

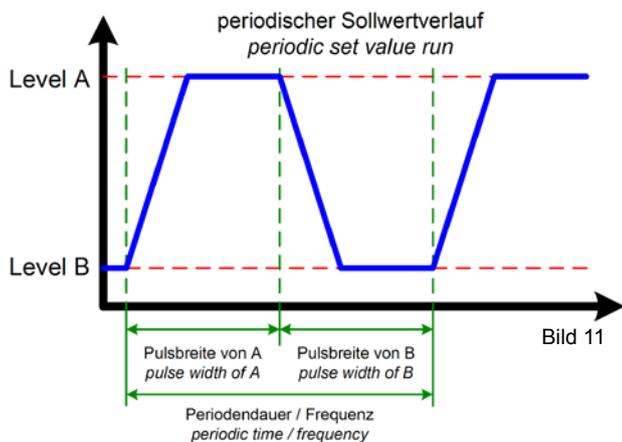
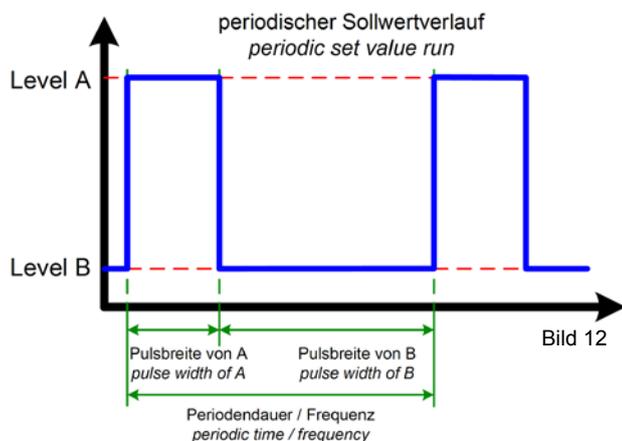


Bild 11 zeigt einen möglichen Verlauf eines Sollwertes (U, I, P oder R) mit einstellbarer Pulsbreite und variablen Levels. Die Anstiegs-/Abfallzeit ist auch einstellbar, ist jedoch für A und B gleich.



Wird die Anstiegszeit auf den Minimalwert gestellt, ergibt sich ein nahezu ideales Rechtecksignal. Bild 12 ist nur eine Veranschaulichung. Der reale Verlauf eines z. B. gepulsten Stromes bei 1kHz wird mehr oder weniger abweichen, da dieser von mehreren Umständen abhängt bzw. beeinflusst wird. Wie z. B. das Ausregelverhalten der speisenden Quelle (Netzgerät), die Ausregelzeit der Last oder Leitungsimpedanzen etc.

Da im gepulsten Betrieb die Istwerte ebenso „pulsen“ und die Anzeige sich ständig ändernde, nicht lesbare Werte anzeigt, werden die Istwerte nun nur noch bei Pulszeiten ≥ 1 s (für je A und B) angezeigt. Dann sind sie mit dem Auge gut ablesbar. Die Istwerte werden intern aber trotzdem weitaus öfter ermittelt und zwar alle paar Millisekunden. Sie können weiterhin über eine Schnittstellenkarte ausgelesen werden, sind dann aber nicht eindeutig Level A oder Level B zugeordnet, sondern können auch während des Anstiegs/Abfalls gemessen sein.

6.7.4 Anstiegs- und Abfallzeit

Die Anstiegs- und Abfallzeit ist stufenlos einstellbar in einem Bereich von 30µs...200ms. Die Schrittweite ist dabei nicht linear. Beide Zeiten sind gleich, siehe auch Veranschaulichung in Bild 11. Die Genauigkeit liegt bei max. $\pm 10\%$.

Die Darstellung in der Anzeige erfolgt als Anstieg bzw. Slew Rate im Format $\Delta\text{Wert}/\Delta\text{Zeit}$. Beispiel: der Sollwert von A wurde auf 40A gesetzt und der von B auf 20A, so wird ein Sollwertsprung von 20A in einer Zeit x, z. B. 100ms, erzeugt. Angezeigt wird dies als 20A/100ms. Das Delta ist hier an dieser Stelle nicht einstellbar.

Hinweis: die Pulsbreiten von Level A und B sollten stets größer als die Anstiegszeit sein, da sich sonst ein dreieckiges oder andersförmiges Sollwertsignal ergibt. So ergibt z. B. eine Pulszeit von 100ms für A und B sowie eine Anstiegs-/Abfallzeit von 100ms ein Dreieckssignal mit einer Periodendauer von 200ms. Da dies bei bestimmten Anwendungen gewollt sein kann, beeinflusst die Einstellung der Anstiegszeit die Werte für die Pulsbreiten nicht.

6.8 Der Batterietestmodus

Erläuterung

Der Batterietestmodus gibt dem Anwender die Möglichkeit, eine Batterie als Spannungsquelle anzuschließen und definiert zu entladen. Dabei werden Strom und Zeit gemessen und als verbrauchte Batteriekapazität (Ah) angezeigt. Die zusätzliche Spannungsüberwachung bewirkt, zusammen mit der einstellbaren Unterspannungsabschaltswelle **Ulow**, daß die Batterie nicht tiefentladen wird. Dazu muß diese Schwelle mindestens einmal eingestellt werden. Bei Erreichen dieser Schwelle während des Tests wird die Last offline geschaltet (Input off), die Zeitzählung stoppt und es wird kein Strom mehr aus der Batterie entnommen. Ist die Schwelle höher eingestellt als der Istwert der Batteriespannung, kann der Test erst gar nicht gestartet werden.

Regelungsart wählen

Der Batterietest ist für Konstantspannungsregelung (CV) nicht geeignet und zeigt in diesem Fall eine Meldung **Battery test unsupported in CV mode** in der Anzeige. Dies weist lediglich darauf hin, daß eine andere Regelungsart gewählt werden muß.

Die Regelungsart kann auch geändert werden, wenn bereits **Battery** mit dem Schalter **Level Control(3)** gesetzt wurde oder der Test bereits läuft. Dies setzt den Ah-Wert und den Zeitwert zurück.

Bedienung

Vor und während des Tests können der Sollwert der (vor)gewählten Regelungsart (CC, CR oder CP) und die Unterspannungsabschaltswelle **Ulow** justiert werden. Die Auswahl des einzustellenden Wertes erfolgt mit **Selection(5)** und Justierung mit **Setting(6)**. In der Anzeige werden außerdem die beim Test ablaufende Zeit im Format Stunden:Minuten:Sekunden (HH:MM:SS), sowie die entnommene Kapazität in Ah angezeigt.

Berechnung Ah-Wert

Der Amperestunden-Wert (entnommene Ladung) berechnet sich aus dem Mittelwert der zwei letzten Strommessungen und der abgelaufenen Zeit.

Test starten/pausieren/stoppen

Der Test wird mit Betätigung des Tasters **Input on/off(4)** gestartet und stoppt entweder, wenn 100 Stunden gezählt wurden oder die Batteriespannung die Abschaltsschwelle unterschreitet. Eine Betätigung des Taster **Input on/off(4)** während des Tests pausiert den Test lediglich. Erneute Betätigung des Tasters führt den Test und die Zeitmessung fort. Ein Rücksetzen der Zeitanzeige und der angezeigten Ah-Zahl kann durch Verlassen des Batterietestmodus' oder durch Wahl einer anderen Regelungsart erreicht werden.

Hinweis: wird während des Batterietests die analoge Schnittstelle aktiv (Pin REMOTE = low), dann wird der Batterietest abgebrochen. Nach Beendigung der Steuerung durch die AS und wenn der Schalter „Level Control“ noch auf „Battery“ steht, kann der Batterietest wieder ausgeführt werden. Die Zeit- und Ah-Zählwerte sind allerdings zurückgesetzt.

Hinweis: wird im Batterietestmodus die Regelungsart geändert, werden alle anderen Sollwerte, die in der gewählten Regelungsart nicht vom Anwender gesetzt werden können, auf Standardwerte gesetzt, damit der Modus funktioniert. Hier wirkt die Einstellung **Keep set values** somit nicht.

Im in Bild 13 gezeigten Beispiel mit gewählter CC-Regelungsart kann der zugelassene Strom von 100A nicht erreicht werden, weil bereits die Leistungsbegrenzung (2400W-Gerät) aktiv ist.

6.9 Alarmmanagement

Das Alarmmanagement zeigt zum Einen den zuletzt aufgetretenen Fehler und seinen Status als Text in der Anzeige an (siehe Bild 7.2) und speichert zum Anderen bis zu drei Fehler in einem internen Pufferspeicher. Da der zuerst aufgetretene Alarm als wichtig betrachtet werden muß, wird dieser, sofern danach weitere Alarme auftreten, an das Ende des Pufferspeichers geschoben, bis dieser voll ist. Ist der Puffer voll und treten weitere Alarme auf, wird der letzte jeweils überschrieben. Dies geschieht solange, bis der Pufferspeicher durch Auslesen mittels Befehl (Einzelheiten siehe Handbuch zu den Schnittstellenkarten) gelöscht wird. Der Pufferspeicher enthält jeweils einen Code für den Alarm sowie einen Statuswert, der aussagt, ob der Alarm noch anliegt oder bereits wieder weg ist.

Der im Display angezeigte Text sagt dies auch aus. Damit der Anwender das Auftreten eines Alarms, besonders wenn dieser nur von kurzer Dauer war, bemerken kann, bleibt der Alarm solange im Display stehen, bis er durch Betätigen der Taste **Input on/off(4)** quittiert wird. Danach ist das Gerät wieder normal betriebsbereit, sofern nicht ein momentan anliegender Alarm das Quittieren verhindert.

Hinweis: Alarme, die im Remote- oder Externbetrieb auftreten, werden wegen der Statusanzeige der Fernsteuerung nicht angezeigt solange die Fernsteuerung aktiv ist, und brauchen daher erst quittiert werden, wenn die Fernsteuerung beendet wird oder gar nicht, wenn der Pufferspeicher zwischenzeitlich ausgelesen wurde.

6.10 Bedienorte und Prioritäten

Bedienorte sind die Punkte, von denen aus das Gerät bedient wird. Das kann am Gerät sein (manuell), über die analoge (external) oder digitale Schnittstelle (remote). Damit nicht beide Schnittstellen gleichzeitig auf das Gerät zugreifen wurden Prioritäten festgelegt. Es gilt: die analoge Schnittstelle hat den ersten Rang, die digitale den zweiten und die manuelle Bedienung den dritten. Das heißt, wenn auf „remote“, also Steuerung über eine digitale Schnittstellenkarte umgeschaltet wird, kann das Gerät nicht mehr mit den Drehschaltern und dem Taster bedient werden. Würde dann auf „external“ umgeschaltet, würde „remote“ abgebrochen werden und das Gerät wäre nur noch über die analoge Schnittstelle steuerbar. Um einer Software auf einem PC, die das Gerät digital steuert, anzuzeigen, daß eine andere Steuerung Vorrang hat, wird der Bedienort auf „lokal“ festgelegt. Damit kann über „remote“ nur noch lesend auf das Gerät zugegriffen werden.

6.11 Reihen- und Parallelschaltung

Eine Reihen- oder Parallelschaltung von mehreren Lasten ist möglich, wird aber von diesen Modellen nicht explizit unterstützt. Das heißt, es findet keine automatische Verteilung des Stromes bei Parallelschaltung bzw. der Spannung bei Reihenschaltung statt. Der Anwender muß selbst dafür sorgen, daß die Geräte dabei richtig bedient bzw. angesteuert werden.

Für den Parallelbetrieb wird eine Symmetrierung durch Vorgabe von gleichen Sollwerten für U, I, P und R über die Bedieneinheit oder die Schnittstellen erreicht.

Achtung! Bei Reihenschaltung darf die maximal zulässige Eingangsspannung pro Gerät dessen Nennwert (siehe „2. Technische Daten) und eine Gesamtspannung von 420V nicht überschreiten.

- Somit darf mit den 400V-Modellen aus Sicherheits- und Isolationsgründen keine Reihenschaltung hergestellt werden!

27.00V 2400W Batt-> 100.0A 15.30Ah
88.9A 0.304Ω Ulow 12.5V T=00:12:34

Bild 13. Batterietestbetrieb mit Stromvorgabe

6.12 Funktionen der Klemme System Bus

6.12.1 Zwei-Quadranten-Betrieb

Der Share Bus Pin (nur nutzbar in Verbindung mit Netzgeräten der Serien PS9000 und PSI9000) bietet die Möglichkeit, ein System für den Zwei-Quadranten-Betrieb aufzubauen. Dazu werden die **System Bus** Klemmen der beiden Geräte wie folgt miteinander verschaltet:

Pin 5 (Share Bus EL9000) mit Pin 5 (Share Bus PS9000/PSI9000) und Pin 6 (AGND EL9000) mit Pin 6 (AGND PS9000) verbinden.

In diesem Share Bus Betrieb arbeitet die elektronische Last immer als bestimmende und das PS9000/PSI9000 als abhängige Komponente. Die Share Bus Signalspannung wird hierbei von der elektronischen Last im Bereich -10V bis +10V linear gesteuert. Liegt die Signalspannung im positiven Bereich, so zieht die elektronische Last Strom vom Verbraucher (Prüfling gibt Energie ab). Liegt die Signalspannung im negativen Bereich, so liefert das PS9000 Strom an den Verbraucher (Prüfling nimmt Leistung auf).

Typische Anwendungen für den Zwei-Quadrantenbetrieb sind:

- Batterietests mit automatischen Lade- und Entladezyklen.
- KFZ-Elektroniktests mit Simulation von Transienten wie z. B. Spannungseinbruch während des Anlassvorgangs.
- Zyklisches Auf- und Entladen von Kondensatoren

6.12.2 Umschaltung der Regelgeschwindigkeit

Die Ausregelgeschwindigkeit (oder -zeit) der Last ist in der Grundkonfiguration bewußt langsam eingestellt und liegt bei typisch 50ms (nur für CV- und CP-Regelungsart). Mit dieser Einstellung wird erreicht, daß auch kritische speisende Quellen, wie Netzgeräte mit unbekanntem Regelverhalten, stabil und frei von Schwingneigung belastet werden können. Die Dynamik liegt dann bei der in „2. Technische Daten“ angegebenen minimalen Ausregelzeit.

Wird eine bessere Regeldynamik benötigt, so besteht die Möglichkeit auf **schnelle Regelung** umzustellen. Dies erfolgt an der Klemme **System Bus**, Pin 7 (FastReg) und 6 (AGnd). Brückt man diese, wird die schnelle Ausregelung aktiv. Standardmäßig ist langsame Regelung aktiv. Die Umschaltung darf nur im ausgeschalteten Zustand erfolgen!

6.12.3 Querstromeinstellung (Zwei-Quadranten-Betrieb)

Die Verwendung der Last in Kombination mit einem Netzgerät der Serien PS9000/PSI9000 erfordert zwingend die Verwendung des Share Bus'. Mit diesem steuert die Last das Netzgerät. Die Pins 2 (I-Cross) und 3 (I-Cross-Rtn) der Klemme **System Bus** dienen zum Anschluß eines Widerstandes (0,25W), der einen Querstrom zwischen den Lastklemmen von Netzgerät und Last programmiert. Dieser bewirkt, daß die Last und das Netzgerät ständig aktiv sind und schneller auf Sollwertänderungen reagieren können. Dabei gilt:

$R = 0$ --> Querstrom ca. 10% vom Nennstrom des Gerätes

$R = \infty$ --> Querstrom = 0 (Standard)

Der Querstrom kann durch Justierung des Widerstandes stufenlos von 0 auf 10% des Stromnennwertes der Last eingestellt werden.

In der Praxis wird die Querstromeinstellung nur in wenigen Sonderfällen benötigt, bei welchen extrem schnelle Lastwechsel zwischen den beiden Quadranten gefordert sind. Standardanwendungen wie z. B. KFZ-Anlasstransienten nach DIN40839 benötigen diese Funktion nicht.

6.12.4 Fernfühlung (Remote sense)

Die Fernfühlung ist im Abschnitt „5. Installation“ beschrieben.

6.12.5 Pinbelegung Klemme System Bus

Pin 1 = Sense (+)

Pin 2 = I-Cross

Pin 3 = I-Cross-Rtn

Pin 4 = Sense (-)

Pin 5 = Share Bus

Pin 6 = AGnd

Pin 7 = FastReg

7. Gerätekonfiguration

7.1 Das Einstellungs-Menü

Das Einstellungs-Menü kann jederzeit mit **Level Control(3)** aktiviert werden, außer bei Fernsteuerbetrieb mittels Schnittstellenkarte oder Analo­gschnittstelle. Während die Last im Einstellungs-Menü ist, ist kein normaler Lastbetrieb möglich.

In der Anzeige werden für den Betrieb benötigte Parameter angezeigt, die mit **Selection(5)** ausgewählt und mit **Setting(6)** verändert werden können. Sind mehrere Parameter verfügbar, wird das durch zwei auf und ab zeigende Dreiecke auf der rechten Anzeigeseite markiert. Weiterhin zeigt die Anzeige auf der ersten Zeile die Kurzbezeichnung der Schnittstellenkarte, z. B. **IF-U1**, sofern eine bestückt ist:



Bild 14

Auf der zweiten Zeile werden nacheinander alle Parameter angezeigt, die man mit **Selection(5)** auswählen kann. Die Anzahl der Parameter ändert sich mit der bestückten Schnittstellenkarte. In der folgenden Übersicht werden alle Einstellungsparameter erklärt:

Trigger mode

Wertebereich: **internal, external**

Standardwert: **internal**

Zugehörigkeit: Gerät

Bedeutung: legt fest, ob im Level A/B-Betrieb das Triggersignal, das die Umschaltung zwischen Level A und Level B bewirkt, automatisch im Gerät generiert werden soll, also **internal**, oder über den Triggereingang, also **external**, eingespeist wird.

Device node

Wertebereich: **1...30**

Standardwert: **1**

Zugehörigkeit: Gerät

Bedeutung: stellt die Geräteadresse (engl. *device node*) ein, die zum Ansprechen des Gerätes über eine Schnittstellenkarte benötigt wird. Es sind 30 Adressen verfügbar, es können also bis zu 30 Geräte von einem PC aus gesteuert werden. Jede Adresse darf nur einmal vergeben werden.

Keep set values

Wertebereich: **yes, no**

Standardwert: **no**

Zugehörigkeit: Gerät

Bedeutung: legt mit **yes** fest, ob beim Umschalten der Regelungsart (siehe auch „6.6 Regelungsarten wählen“) die zuletzt eingestellten Sollwerte behalten werden sollen oder ob sie mit **no** jedesmal auf Standardwerte zurückgesetzt werden.

CAN Baud rate

Wertebereich: **10kBd, 20kBd, 50kBd, 100kBd, 125kBd, 250kBd, 500kBd, 1MBd**

Standardwert: **100kBd**

Zugehörigkeit: CAN-Schnittstellenkarte IF-C1

Bedeutung: legt die Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) für die CAN-Übertragungsstrecke fest. In einem CAN-Bus müssen alle Geräte die gleiche Baudrate verwenden.

CAN Relocatable ID

Wertebereich: **0...31**

Standardwert: **0**

Zugehörigkeit: CAN-Schnittstellenkarte IF-C1

Bedeutung: legt das (verschiebbare, engl. *relocatable*) Adreßsegment fest, in dem die Geräteadresse eines CAN-Gerätes angesiedelt ist. Das heißt, selbst wenn die elektronische Last aus bestimmten Gründen zum Beispiel die Adresse 5 bekommen muß, diese aber mit einem anderen Gerät mit der gleichen Adresse kollidieren würde, kann mit der RID (kurz für: *relocatable ID*) der Adreßbereich verschoben werden, damit keine Kollision auftritt. Es sind somit theoretisch 32 x 30 Geräteadressen bei CAN möglich.

CAN Bus terminate

Wertebereich: **yes, no**

Standardwert: **no**

Zugehörigkeit: CAN-Schnittstellenkarte IF-C1

Bedeutung: legt fest, ob ein auf der Schnittstellenkarte befindlicher Busabschlußwiderstand aktiv wird. Dies ist nötig bei Geräten, die am Ende eines CAN-Busses sind. Mit **yes** wird der Widerstand zugeschaltet, mit **no** abgeschaltet. Es ist keine weitere Hardware zum Buabschluß nötig.

RS232 Baud rate

Wertebereich: **9600 Bd, 19200 Bd, 38400 Bd, 57600 Bd**

Standardwert: **57600 Bd**

Zugehörigkeit: RS232-Schnittstellenkarte IF-R1

Bedeutung: legt die Übertragungsgeschwindigkeit der seriellen Übertragung (Baudrate) mit RS232 fest. Sofern die voreingestellte Baudrate zu hoch ist, kann sie hiermit abgeändert werden.

8. Die Analogschnittstelle

Erläuterung

Die analoge Schnittstelle, nachfolgend auch AS genannt, ist eine 15polige Sub-D-Buchse und befindet sich auf der Rückseite. Sie ist so konzipiert, daß man damit die wichtigsten Funktionen der elektronischen Last über externe Hardware (Spannungsgeber, z. B. SPS, Schalter, Relais usw.) fernsteuern kann.

Die Last muß für die Benutzung der analogen Schnittstelle umgeschaltet werden. Dies geschieht, in dem Pin 7 (Remote) aktiv auf Masse (Gnd, Pin 6) gezogen wird. Die Last zeigt darauf hin den Status an:



External mode

Bild 15

Die Umschaltung auf AS-Steuerung kann problemlos erfolgen. Ein eventuell aktiver Remote-Betrieb oder ein Batteriebetrieb werden abgebrochen und der Bedienstatus der Last auf „local“ gesetzt.

Prioritäten

Die analoge Schnittstelle hat Vorrang vor allen anderen Betriebsarten. Dabei werden die Sollwerteingänge der AS (siehe Tabelle „8.4 Pinbelegung Analogschnittstelle“) aktiviert und die Sollwerte und die Regelungsart der Last können dann nur noch außen bestimmt werden. Die Modi Level A, Level B und Level A/B können mit der AS ersetzt werden.

Außerdem ist die Steuerung über die Schnittstellenkarte gesperrt, es können aber Istwerte über die digitale Kommunikation abgefragt werden.

8.1 Richtige Benutzung der Analogschnittstelle

Pinbelegung siehe „8.3 Pinbelegung Analogschnittstelle“.

Die Steuerung der Last über die analoge Schnittstelle erfordert es, daß mindestens die Sollwerte für Strom, Spannung und Leistung eingespeist werden. Bei Innenwiderstandsregelung ist zusätzlich ein der Widerstandssollwert RSEL nötig, sowie die Vorgabe des Widerstandsbereiches (R-RANGE). Spannungsvorgabe ist: 0...10V pro Eingang.

Achtung! Benutzung auf eigene Gefahr. Die Eingänge sind nicht gegen Überspannung abgesichert, zu hohe Eingangsspannungen an der analogen Schnittstelle können das Gerät zerstören!

Daher sind folgende Punkte zu beachten:

- bevor die Hardware, die die analoge Schnittstelle bedienen soll, verbunden wird sind alle erforderlichen Leitungen zu legen und die Hardware zu prüfen, daß diese keine Spannungen >10V erzeugen kann
- für die Konstantwiderstandsregelung (CR) sind alle vier Sollwerte vorzugeben, in den anderen Regelungsarten reichen drei (CV, CC und CP)

- wird die Konstantwiderstandsregelung nicht genutzt, muß sie deaktiviert werden. Dazu reicht eine Brücke nach AGND (Pin 5). Pin 12 (R-active) dient zur Umschaltung:
Pin 12 = 0V = Widerstandsregelung aus
Pin 12 offen = Widerstandsregelung aktiv
- wenn Widerstandsregelung genutzt wird, kann der Bereich vorgewählt bzw. während des Betriebes umgeschaltet werden. Pin 13 (R-Range) dient zur Umschaltung:
Pin 13 = 0V = Bereich 2 aktiv
Pin 13 = 5V = Bereich 1 aktiv (Standard)
- der Eingang Rem-SB (Remote Standby, Pin 8) überlagert die Taste **Input on/off(4)**. Das heißt, wenn die Last mit dem Pin offline geschaltet wird (Pin 8 = 0V), bleibt sie das solange, bis der Kontakt nach Masse wieder offen ist. Der Eingang funktioniert immer, also auch wenn nicht auf Betrieb über analoge Schnittstelle umgeschaltet wurde
- der Ausgang VREF kann genutzt werden, um Sollwerte für die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL und RSEL zu bilden. Zum Beispiel, wenn nur Stromregelung gewünscht ist, müssen VSEL auf 0V und PSEL auf 10V gelegt werden und CSEL wird entweder von extern mit 0...10V gespeist oder über ein Potentiometer zwischen VREF und Masse. Siehe auch die Tabelle im Abschnitt 8.2
- einstellbare Anstiegs- und Pulszeiten, wie im Level A/B-Betrieb einstellbar, wirken hier nicht. Die Sollwerte können aber auch über einen Funktionsgenerator erzeugt und mit einer entsprechenden Signalform eingespeist werden
- der Triggereingang (Trigger In) hat im Betrieb über analoge Schnittstelle (**External mode**) keine Funktion. Das heißt, Sollwertsprünge müssen extern generiert und mittels Sollwerteingang eingespeist werden

8.2 Beispielkonfigurationen

Hier finden Sie in einer Tabelle Beispielkonfigurationen für diverse Einzel- oder Kombinationsansteuerungen. Es gilt dabei stets, daß Pin 7 (Remote) für den externen Betrieb immer auf 0V gezogen werden muß und Pin 12 (R-Active) dann, wenn ohne Widerstandsregelung gearbeitet werden soll.

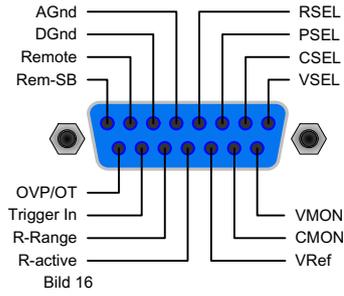
Zur Erläuterung: eine feste Vorgabe von 10V an nicht geregelten Eingängen ist nicht zwingend, diese Spannung kann auch variabel sein. Die Tabelle ist also nur eine Empfehlung. Wenn variable Eingänge nicht gewünscht sind, diese am besten mit VREF (Referenz) verbinden oder ggf. mit Masse.

	VSEL	CSEL	PSEL	RSEL
nur Spannungsregelung (CV)	var.	10V	10V	-
nur Stromregelung (CC)	0V	var.	10V	-
nur Leistungsregelung (CP)	0V	10V	var.	-
nur Widerstandregelung (CR)	0V	10V	10V	var.
Strom mit Leistungs (CC+CP)	0V	var.	var.	-
Strom mit Widerstand (CC+CR)	0V	var.	10V	var.

Die Abkürzung „var.“ steht für einen variablen Sollwert von 0...10V, der natürlich auch gepulst sein kann, um so den **Level A/B** Betrieb nachzubilden.

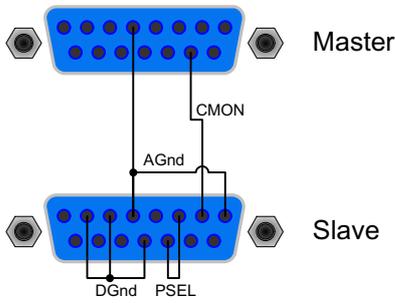
8.3 Anwendungen

Übersicht der Pins



Master-Slave-Betrieb, Nachbildung

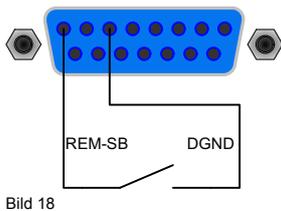
Echter Master-Slave-Betrieb ist hier nicht möglich, da die AS keine Sollwerte herausgibt. Man kann jedoch die Istwertausgänge CMON und in einigen Fällen auch VMON benutzen, um mindestens einen von den vier Sollwerteingängen anderer Lasten anzusteuern. Der oder die freibleibenden Sollwerteingänge könnten dann z.B. auf VREF gelegt werden.



Da kein Leistungswert zur Verfügung steht, kann PSEL nicht master-gesteuert werden. Es kann aber direkt oder über ein Potentiometer auf VREF gelegt und angesteuert werden, um die Leitung zwischen 0% und 100% einzustellen. Die Eingänge **Remote** und **R-active** sind bei dem Slave/Slaves auf Masse zu legen, damit die AS aktiviert wird.

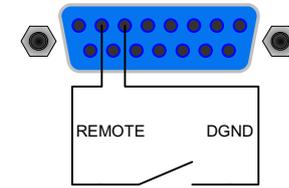
Eingang aus

Bild 18 zeigt die Beschaltung der AS für ferngesteuertes Ausschalten des Einganges. Diese Funktion ist immer nutzbar und erfordert nicht die Umschaltung auf AS-Steuerung mit Pin **Remote**. Sie kann mit anderen Anwendungen kombiniert und durch verschiedene Kontaktarten (Transistor, Relais, Schalter usw.) realisiert werden.



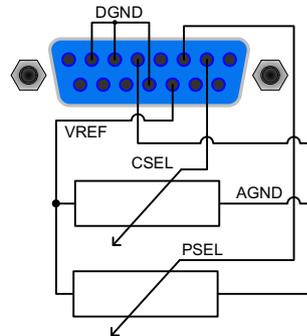
Umschaltung auf AS-Steuerung

Ein Umschalten auf AS-Steuerung ist nur erforderlich, wenn das betroffene Gerät über die AS ferngesteuert werden soll. Bei nachgebildeter Master-Slave-Anwendung (siehe oben) muß nur der Slave/die Slaves auf AS-Steuerung umgeschaltet werden. Das Umschalten kann auch hier durch Relais, Schalter o.ä. erfolgen.



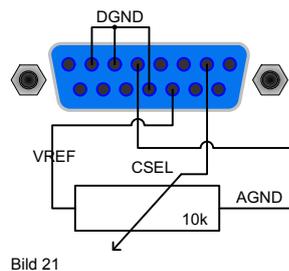
Fernsteuerung mit Strom und Leistung

Über je ein Poti werden die Sollwerte PSEL und CSEL auf der Referenzspannung VREF erzeugt. Die Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten.



Fernsteuerung nur mit Stromregelung

Wie im Beispiel oben, hier nur mit Strom regelbar. Die Leistung ist fest auf Maximum.



8.4 Pinbelegung Analogschnittstelle

Pin	Name	Typ ²	Bezeichnung	Pegel	Elektr. Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10V, entspricht 0..100% von U_{nenn}	Genauigkeit typ. 0,1% Eingangsimpedanz $R_i > 40k...100k$
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10V, entspricht 0..100% von I_{nenn}	
3	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10V, entspricht 0..100% von P_{nenn}	
4	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0...10V, entspricht 0..100% von R_{nenn}	
5	AGND	POT	Bezug für Analogsignale		Für VSEL, CSEL, PSEL, RSEL, VMON, CMON, PMON, VREF
6	DGND	POT	Bezug für digitale Steuersignale		Für Steuer- und Meldesignale
7	Remote	DI	Umschaltung auf externe Steuerung	Extern = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$) Intern = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) oder offen	U-Bereich = 0...30V, $I_{\text{max-}} = -1mA$ bei 5V $U_{\text{LOW to High typ.}} = 3V$ Sender: Offener Kollektor gegen DGND
8	Rem-SB	DI	Lasteingang ein/aus	aus = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$) ein = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) oder offen	U-Bereich = 0 ...30V $I_{\text{max-}} = -1mA$ bei 5V typ. $U_{\text{LOW to High typ.}} = 3V$ Sender: Offener Kollektor gegen DGND
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10V, entspricht 0..100% von U_{nenn}	Genauigkeit typ. 0,1% bei $I_{\text{max.}} = +2mA$
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10V, entspricht 0..100% von I_{nenn}	Kurzschlussfest gegen AGND
11	VREF	AO	Referenzspannung	10,00V	Genauigkeit typ. 0,1% bei $I_{\text{max.}} = +5mA$ Kurzschlussfest gegen AGND
12	R-active	DI	Widerstandsregelung ein/aus ¹	R-Regelung = aus = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$) R-Regelung = ein = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) oder offen	U-Bereich = 0 ...30V $I_{\text{max-}} = -1mA$ bei 5V typ. $U_{\text{LOW to High typ.}} = 3V$ Sender: Offener Kollektor gegen DGND
13	R-Range	DI	Umschaltung Widerstandsbereich ⁴	R_{nenn} = Widerstandsbereich 1 = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$) R_{nenn} = Widerstandsbereich 2 = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) oder offen	U-Bereich = 0 ...30V $I_{\text{max-}} = -1mA$ bei 5V $U_{\text{LOW to High typ.}} = 3V$ Sender: Offener Kollektor gegen DGND
14	Trigger In	DI	Triggereingang ³	triggert A->B = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$) triggert B->A = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) oder offen	U-Bereich = 0 ...30V $I_{\text{max-}} = -1mA$ bei 5V $U_{\text{LOW to High typ.}} = 3V$ Sender: Offener Kollektor gegen DGND
15	OT / OVP	DO	Übertemperatur/Überspannung	OT oder OVP = HIGH ($U_{\text{high}} > 4V$) keine OT oder OVP = LOW ($U_{\text{low}} < 1V$)	Quasi-OPEN-Kollektor mit Pull-up gegen +15V Bei 15V am Ausgang fließt max. +1,5mA Kurzschlussfest gegen GND (Empfänger: $U_{\text{low}} < 1V$, $U_{\text{high}} > 4V$)

²:

- AI = Analoger Eingang
- DI = Digitaler Eingang
- DO = Digitaler Ausgang
- AO = Analoger Ausgang

Anmerkung: Positive Ströme fließen aus der analogen Schnittstelle heraus und negative Ströme hinein.

¹ benötigt einen Widerstandssollwert an RSEL

³ nur für Level A/B-Betrieb, muß im Setup freigegeben werden

⁴ siehe technische Daten

9. Schnittstellenkarten

Allgemeines

Die elektronische Last unterstützt verschiedene Schnittstellenkarten. Sie sind alle bis 2000V galvanisch getrennt.

Die digitalen Schnittstellenkarten IF-R1(RS232), IF-C1(CAN) und IF-U1(USB) unterstützen ein einheitliches Kommunikationsprotokoll. Die IEEE-Karte IF-G1 hat ein textbasiertes Kommunikationsprotokoll nach SCPI-Standard. Alle sind für die Steuerung von 1 bis 30 Geräten per PC gedacht, wobei die Anzahl bei IEEE durch den Bus-Standard auf 16 Adressen, also 16 Geräte insgesamt beschränkt wird.

Einstellungen für die einzelnen Karten

Die Karten erfordern unterschiedliche Einstellungsparameter. Diese sind im Abschnitt „7. Gerätekonfiguration“ beschrieben.

Weitere Informationen, sowie technische Daten zu den einzelnen Schnittstellen finden Sie in deren Benutzerhandbuch.

Besonderheiten

Die Steuerung über die Schnittstellenkarten folgt, bei Verwendung der mitgelieferten LabView-Bausteine, den Gegebenheiten des Gerätes. Sollwerte werden auf Plausibilität geprüft und die zulässigen Werte werden ggf. erzwungen.

LabView

Für die Schnittstellenkarten werden fertige LabView-VIs angeboten. Diese unterstützen nahezu alle Funktionen der Geräte und werden ständig erweitert und verbessert.

Programmieren in anderen Umgebungen

Die Einbindung der digitalen Kommunikationsschnittstellen in andere Entwicklungsumgebungen als LabView ist generell möglich. Das Kommunikationsprotokoll der Karten IF-U1, IF-R1 und IF-C1 (siehe auch oben) folgt keinem bestimmten Standard und stellt nur die unterste Ebene der Kommunikation dar. Es bietet somit weniger Sicherheit gegen falsche Einstellungen und Sollwerte. Dies kann zu einem Fehlverhalten des angesteuerten Gerätes führen. Eine genaue Einhaltung der Vorgaben ist daher unbedingt zu beachten und mit einzupflegen.

Einzelheiten zum Kommunikationsprotokoll finden Sie im Benutzerhandbuch zu den Schnittstellenkarten.

Anwendungsbeispiele

Die folgenden Grafiken zeigen nur einige der möglichen Anwendungskonfigurationen einer oder mehrerer Lasten. Gleiches gilt bei Mischkonfigurationen mit Netzgeräten.

Die in Bild 23 gezeigte Konfiguration läßt auch für die RS232-Karte IF-R1 anwenden, allerdings mit Einschränkungen. Die LabView-VIs unterstützen über RS232 nur ein Gerät.

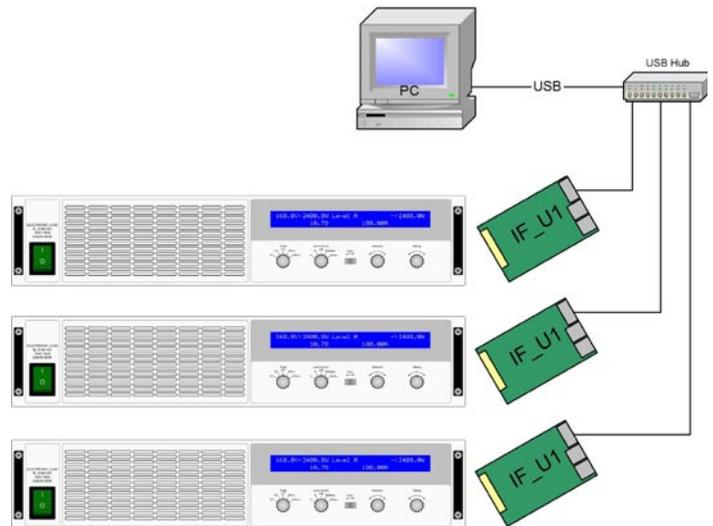


Bild 22

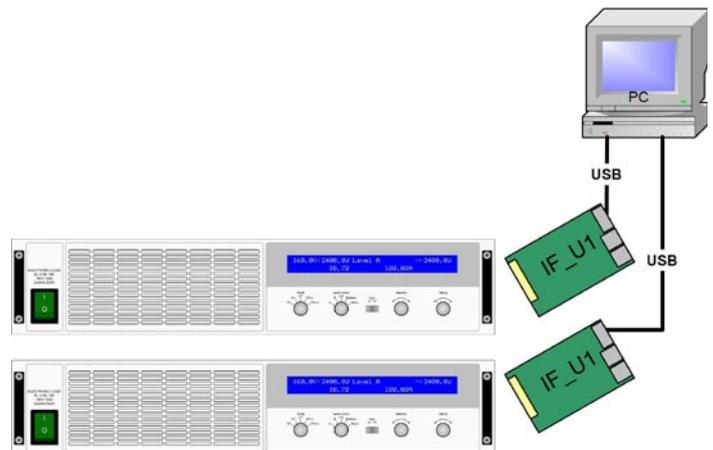


Bild 23

Notizen

About

User instruction manual, electronic loads series EL 9000

Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

Helmholtzstrasse 31-33

41747 Viersen

Germany

Phone: +(49) 02162 / 37850

Fax: +(49) 02162 / 16230

Web: www.elektroautomatik.de

Mail: ea1974@elektroautomatik.de

© 2009 Elektro-Automatik

Reprint, duplication or partly, wrong use of this user instruction manual are prohibited and might be followed by legal consequences.

Date: January, 2009



Safety instructions

- Only operate the device at a mains voltage as stipulated on the type plate
- Never insert mechanical parts, especially from metal, through the air ventilation slots
- Avoid any use of liquids of any kind in the proximity of the device, they might get into it
- Do not connect voltage sources to the device which are able to generate voltages higher than $100V_{DC}$ (80V model) or $180V_{DC}$ (160V model) or $460V_{DC}$ (400V model)
- In order to equip interface cards into the slot at the rear, the common ESD provisions have to be followed
- The interface card may only be plugged and unplugged while the unit is completely switched off (mains switch OFF)
- Always observe limit and nominal values of the device when connecting a voltage source or battery, as well as when using the analogue interface

	Page
1. Introduction	27
2. Technical specifications	27
2.1 Control panel	27
2.2 Device specific data	28
3. Design	29
3.1 Front view	29
3.2 Rear view	29
3.3 Scope of delivery	30
4. General	30
4.1 Prologue / Warning	30
4.2 Mains connection / Grounding	30
4.3 Cooling	30
4.4 Disassembly	30
4.5 Temperature shutdown / Ventilation	30
4.6 Dynamic characteristics and stability criteria	30
4.7 Temperature characteristics	30
5. Installation	31
5.1 Visual check	31
5.2 Mains connection	31
5.3 Terminal DC input	31
5.4 Terminal System Bus	31
5.5 Using and connecting the remote sense	31
5.6 Interface card slot	31
6. Handling	32
6.1 The display	32
6.2 Operating elements	33
6.3 Switching power on	34
6.4 Switching the DC input on/off	34
6.5 Adjusting the set values	34
6.6 Preselecting the regulation mode	34
6.7 Usage of Level A and Level B	35
6.7.1 Level A	35
6.7.2 Level B	36
6.7.3 Level A/B (pulsed operation)	36
6.7.4 Rise/fall time	37
6.8 The battery test mode	37
6.9 Alarm management	38
6.10 Control locations and priorities	38
6.11 Series and parallel connection	38
6.12 Functions of the terminal System Bus	39
6.12.1 Two-quadrants operation	39
6.12.2 Selecting the regulation speed	39
6.12.3 Crossflow adjustment (two-quadrant operation)	39
6.12.4 Remote sense	39
6.12.5 Pin assignment of terminal System Bus	39
7. Device configuration	40
7.1 The setup menu	40
8. The analogue interface	41
8.1 Correct use of the analogue interface	41
8.2 Example configurations	41
8.3 Sample applications	42
8.4 Pin assignment of the analogue interface	43
9. Interface cards	44

1. Introduction

The electronic loads of the series EL9000 are very efficient devices which offer a big variety of interesting features in a 19" case at only 3U. Besides the common functionality of electronic loads you can test batteries, load voltage or current sources with a pulsed operation, where the pulse widths and the amplitude are adjustable. Or you can remotely control the device via an interface card (currently CAN, RS232, USB or IEEE/GPIB*) and control and monitor nearly all its features from a PC.

The integration into existing systems is made easy by using one of the interface cards, the configuration is intuitive and is done at the device. The electronic loads can thus be operated in conjunction with a power supply of the series PS9000/PSI9000 or, with the additional analogue interface socket at the rear side, controlled and monitored by any other device with an analogue interface.

The device is microprocessor controlled. This results in an accurate and fast measurement and display of actual values, as well as an extended operability by many new features which wouldn't be realisable with standard analogue technology.

The modern design offers highest performance and enables space-saving conceptioning of complex and efficient applications, like for example industrial test equipment with variable powers for different demands or for demonstration and test purposes in the research and development area.

The digital control and the retrofittable interface card strongly simplify the connection to professional, industrial bus systems like CAN. Nearly all possibilities of the single systems are used. With USB you can plug and use up to four (or more) devices to a standard PC without the need of additional hardware. At CAN you can implement the devices into existing CAN bus systems without the need to reconfigure the whole bus system. Address range and transmissions speed can be selected for the particular EL9000 unit, so it fits best.

The main functions at a glance:

- » Set U, I, P and R, each 0...100%
- » Battery test with Ah and time count
- » Pluggable interface cards (CAN, USB, RS232, IEEE/GPIB)
- » Analogue interface for external control
- » Pulsed operation between two set values with adjustable pulse widths and adjustable rise/fall time
- » Adjustable duty cycle (as time) of 50µs...100s and adjustable rise time of 30µs...200ms

2. Technical specifications

2.1 Control panel

Type

Display:	two line character LCD with 80 characters
Operating elements:	2 rotary encoders, 2 rotary switches, 1 pushbutton

Display formats

The nominal values determine the adjustable range.

Actual and set values are displayed all at once, as long as the currently active operation mode allows it.

Display of voltage values

Resolution:	4 digits
Accuracy:	max. $\pm 0,1\%$ of U_{nom}
Formats:	0.0V...80.0V 0.0V...160.0V 0.0V...400.0V

Display of current values

Resolution:	4 digits
Accuracy:	max. $\pm 0,2\%$ of I_{nom}
Formats:	0.00A...50.00A 0.0A...100.0A 0.0A...200.0A

Display of power values

Resolution:	4 digits
Accuracy:	max. $\pm 2\%$ of P_{nom}
Formats:	0W...2400W

Display of resistance values

Resolution:	4 digits
Accuracy:	max. $\pm 2\%$ of $R_{i_{nom}}$ or $\pm 0,3\%$ of the range of current
Formats:	0.00Ω...5.00Ω 0.00Ω...10.00Ω 0.0Ω...100.0Ω 0.0Ω...200.0Ω 0.0Ω...400.0Ω

Display of time

The elapsed time (only battery test mode) is display in the format Hours:Minutes:Seconds (HH:MM:SS).

Resolution:	1s
Range:	1s...99h:59m:59s (99:59:59)

This time stamp can be read out via one of the pluggable interface cards, together with the pulse widths and rise time of the dynamic Level A/B operation. The dynamic values can also be set remotely. In order to do so, the time format has been extended so it can represent 1µs up to some years.

Detailed information about this can be found in the user instruction manual of the interface cards.

2.2 Device specific data

	EL9080-200 HP	EL 9160-100 HP	EL9400-50 HP
Mains input			
Mains voltage	115V/230V switchable	115V/230V switchable	115V/230V switchable
Mains frequency	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Mains fuse	T2,5A	T2,5A	T2,5A
DC input			
Input voltage U_{nom}	0...80V	0...160V	0...400V
Input power P_{nom}	0...2400W, with temperature related derating	0...2400W, with temperature related derating	0...2400W, with temperature related derating
- permanent power	2400W up to 40°C ambient	2400W up to 40°C ambient	2400W up to 40°C ambient
Input current I_{nom}	0...200A	0...100A	0...50A
Overvoltage protection threshold	$1,1 * U_{nom}$	$1,1 * U_{nom}$	$1,1 * U_{nom}$
max. allowed input voltage	100V	180V	500V
Voltage control			
Adjustment range	0...80V	0...160V	0...400V (0...450V)
Display resolution	100mV	100mV	100mV
Accuracy**	<0.1% of U_{nom}	<0.1% of U_{nom}	<0.1% of U_{nom}
Current control			
Adjustment range	0...200A	0...100A	0...50A
Display resolution	100mA	100mA	10mA
Accuracy**	<0.2% of I_{nom}	<0.2% of I_{nom}	<0.2% of I_{nom}
Power control			
Adjustment range	0...2400W	0...2400W	0...2400W
Display resolution	1W	1W	1W
Accuracy**	<2% of P_{nom}	<2% of P_{nom}	<2% of P_{nom}
Resistance control			
Adjustment range 1	0...5Ω	0...10	0...10Ω
Display resolution	10mΩ	10mΩ	10mΩ
Accuracy**	<2% of resistance range, 0.3% of range of current	<2% of resistance range, 0.3% of range of current	<2% of resistance range, 0.3% of range of current
Adjustment range 2	0...100Ω	0...200Ω	0...400Ω
Display resolution	100mΩ	100mΩ	100mΩ
Accuracy**	<2% of resistance range, 0.3% of range of current	<2% of resistance range, 0.3% of range of current	<2% of resistance range, 0.3% of range of current
Dynamic values			
Current rise and fall time***	<50us	<50us	<50us
Level	2 adjustable levels per control mode	2 adjustable levels per control mode	2 adjustable levels per control mode
Times (pulsed operation)	2 adjustable, 50us..100s	2 adjustable, 50us..100s	2 adjustable, 50us..100s
Rise/fall time	adjustable, 30us...200ms	adjustable, 30us...200ms	adjustable, 30us...200ms
Accuracy**	<10%	<10%	<10%
Trigger input*	yes, for external level switching	yes, for external level switching	yes, for external level switching
Battery test feature			
Modes	Current/Power/Resistance	Current/Power/Resistance	Current/Power/Resistance
Battery protection	Discharge threshold voltage adjustable	Discharge threshold voltage adjustable	Discharge threshold voltage adjustable
Display	Time and consumed battery capacity	Time and consumed battery capacity	Time and consumed battery capacity
Display	2 x 40 characters, illuminated	2 x 40 characters, illuminated	2 x 40 characters, illuminated
Analogue interface*			
Set value inputs	0...10V for U / I / P / R (0...100% set value)	0...10V for U / I / P / R (0...100% set value)	0...10V for U / I / P / R (0...100% set value)
Monitor outputs	0...10V for U / I (0...100% actual value)	0...10V for U / I (0...100% actual value)	0...10V for U / I (0...100% actual value)
Control signals	internal/external, Input on/off, R-Mode 5/100Ω	internal/external, Input on/off, R-Mode 10/200Ω	internal/external, Input on/off, R-Mode 10/400Ω
Error signals	Overvoltage / Overtemperature	Overvoltage / Overtemperature	Overvoltage / Overtemperature
Outputs	Reference voltage	Reference voltage	Reference voltage
Cooling			
Type	Temperature controlled fans	Temperature controlled fans	Temperature controlled fans
Ambient temperature	0...70°C with derating 20W/°C	0...70°C with derating 20W/°C	0...70°C with derating 20W/°C
Terminals			
Load input	Rear side, M8 screw terminals	Rear side, M8 screw terminals	Rear side, M8 screw terminals
System Bus	Rear side, 7pole screw clamp	Rear side, 7pole screw clamp	Rear side, 7pole screw clamp
Analogue interface	Rear side, 15pole Sub-D socket	Rear side, 15pole Sub-D socket	Rear side, 15pole Sub-D socket
Dimensions W x H x D	19" x 3U x 460mm	19" x 3U x 460mm	19" x 3U x 460mm
Weight	17.5kg	17.5kg	17.5kg
Article number	33 200 240	33 200 242	33 200 244
Supported interface cards	CAN, USB, RS232, GPIB	CAN, USB, RS232, GPIB	CAN, USB, RS232, GPIB

* for technical specification see section "Analogue interface"

** Accuracy is defined by the difference between actual value (eg. of the output voltage) and the adjusted set value, without taking regard of temperature errors or component deterioration

*** Rise and fall time are defined at 10%...90% and 90%...10% of the nominal value

All single values, which specify a tolerance are typical values

3. Design

3.1 Front view

Figure similar to actual product

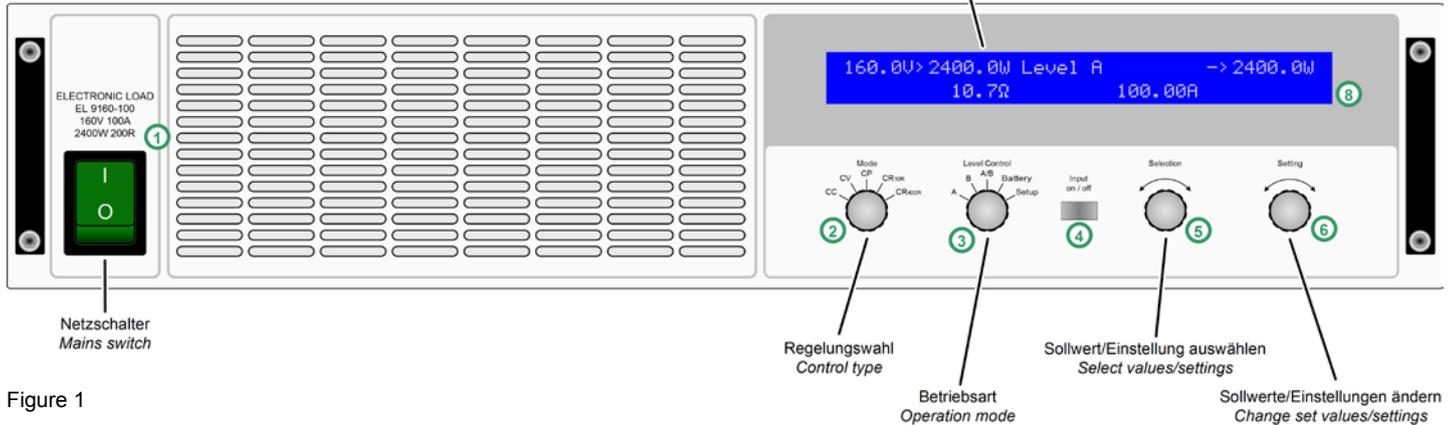


Figure 1

3.2 Rear view

Figure similar to actual product

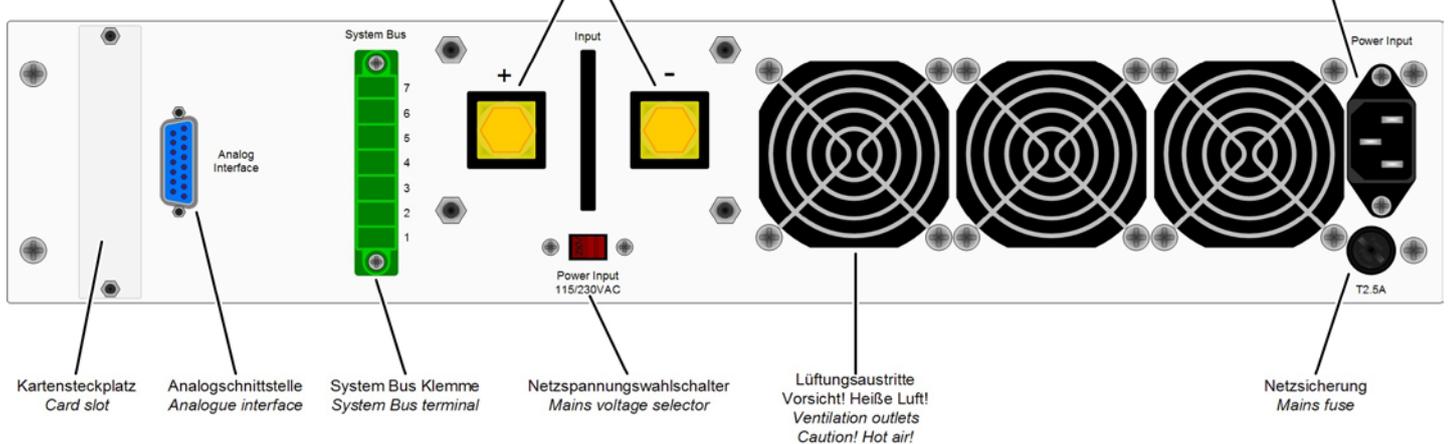


Figure 2

Pin assignment of terminal **System Bus**:

- Pin 1 = Sense (+)
- Pin 2 = I-Cross
- Pin 3 = I-Cross-Rtn
- Pin 4 = Sense (-)
- Pin 5 = Share Bus
- Pin 6 = AGnd
- Pin 7 = FastReg

3.3 Scope of delivery

- 1 x Electronic load
- 1 x Printed user instruction manual
- 1 x Mains cord

4. General

4.1 Prologue / Warning

This user instruction manual and the device are intended to be used by users who know about the principle of an electronic load. The handling of the device should not be left to persons who are unaware of the basic terms of electrotechnology, because these are not described in this manual. Inappropriate handling and non-observance of the safety instructions may lead to a damage of the device or loss of warranty!

4.2 Mains connection / Grounding

The unit is grounded with the mains cord. Thus the unit may only be operated at a mains socket with grounding contact. This must not be interrupted with an extension cable without grounding wire!

4.3 Cooling

The air inlets on the front and the air outlets at the rear have to be kept clean to ensure proper cooling. Take care of at least 20cm distance (at the rear) to any surrounding objects in order to guarantee unimpeded air flow.

Caution! Hot air can emerge from the air outlets!

4.4 Disassembly

Warning! The unit must not be opened and repaired by the user.

When opening the unit or removing parts from the inside with tools there is risk of electric shock by dangerous voltages. Open the unit only at your own risk and disconnect it from the mains before.

Any servicing or repair may only be carried out by trained personnel, which is instructed about the hazards of electrical current.

4.5 Temperature shutdown / Ventilation

The device is equipped with temperature controlled fans which are permanently running. At higher temperatures, the RPM will increase and result in a certain noise development.

In case of overheating the device is automatically switched offline (standby). After cooling down to the allowed temperature range it is automatically switching online again.

The error remains indicated in the display until it is acknowledged by using the „Input on/off“ button or read out by a remote command. An internal error buffer stores up to three different alarms and is purged when read.

4.6 Dynamic characteristics and stability criteria

The electronic load is characterised by short rise and fall times of the current, which are achieved by a high bandwidth of the internal regulation circuit.

In case of testing sources with own regulation circuits at the load, like for example power supplies, a regulation instability may occur. This instability is caused if the complete system (feeding source and electronic load) has too little phase and gain margin at certain frequencies. 180° phase shift at > 0dB amplification fulfills the condition for an oscillation and results in instability. The same can occur when using sources without own regulation circuit (eg. batteries), if the connection cables are highly inductive or inductive-capacitive.

The instability is not caused by a malfunction of the load, but by the behaviour of the complete system. An improvement of the phase and gain margin can solve this. In practice, a capacity is directly connected to the DC input of the load. Recommended is 1µF, for slower systems some 100µF can be necessary.

4.7 Temperature characteristics

Additionally to the technical maximum power of 2400W, to which the device is limited to, it features a temperature-dependent power derating. This is in effect if the device gets heated up by high power input.

At ambient temperatures above 40°C a derating of 20W per °C will be effective.

5. Installation

5.1 Visual check

After receipt, the unit has to be checked for signs of physical damage. If any damage can be found, the unit may not be operated. Also contact your dealer immediately.

5.2 Mains connection

The mains connection is done with the included mains cord.

The plug is a 10A mains plug after IEC 320. The mains cord has a length of about 1.5m and a cross section of 3 x 0.75mm².

The unit is fused with a 5 x 20mm safety fuse (T2.5A), which is accessible at the rear side

5.3 Terminal DC input

The load input is located at the rear side of the device. The connection to any feeding source is done here by the screws. Always take care for correct polarity! Only DC voltages allowed!

The input is **not** fused. In order to prevent damages by the feeding source always observe the nominal values of the electronic load! If necessary, install an extra fuse between load and source, especially when discharging batteries.

The cross section of the load cables depend on the current input. We recommend to use:

at **50A**: 2 x 4mm² or at least 1 x 10mm²

at **100A**: 2 x 10mm² or at least 1 x 35mm²

at **200A**: 2 x 35mm² or at least 1 x 95mm²

per cable (flexible wire).

The inputs “+” und “-“ are not grounded, so that **one** of them may be grounded, if necessary.

Attention! When grounding one of the input poles always check if one of the output poles of the source (eg. power supply) is also grounded. This could result in a short-circuit!

Attention! Notice the potential shift of the input poles when using series connection! Grounding is hereby only recommended at the pole with the lowest potential against ground.

5.4 Terminal System Bus

The terminal **System Bus** (rear side) is another interface with important features. For pin assignment and detailed description see section „6.10 Functions of the terminal System Bus“.

5.5 Using and connecting the remote sense

The remote sense feature is wired at terminal **System Bus**. See section „6.10 Functions of the terminal System Bus“ for more information.

In order to compensate voltage drops over the load cables (max. 1.1V per line) between feeding source and consumer, the load can measure the voltage at the source via the remote sense input poles at the terminal **System Bus** and regulates accordingly. The connection is done, with correct polarity, at the rear side of the device at the terminal **System Bus**, at pin 1 (+ Sense) and pin 4 (-Sense). Recommended cross section: 0,2mm² – 2,5mm² flexible wire with cable end sleeves.

! (+) Sense must only be connected to (+) output and (-) Sense must only be connected to (-) output of the feeding source. Else both device might get damaged.

5.6 Interface card slot

The unit can be equipped with an optional interface card. The slot to insert the card is located at the rear side. Further information about the interface cards can be found in section 9.

6. Handling

For an overview of all operating elements also see page 29.

6.1 The display

This is an overview of the two line display and its layout. The left side always shows actual values while the load input is switched on:

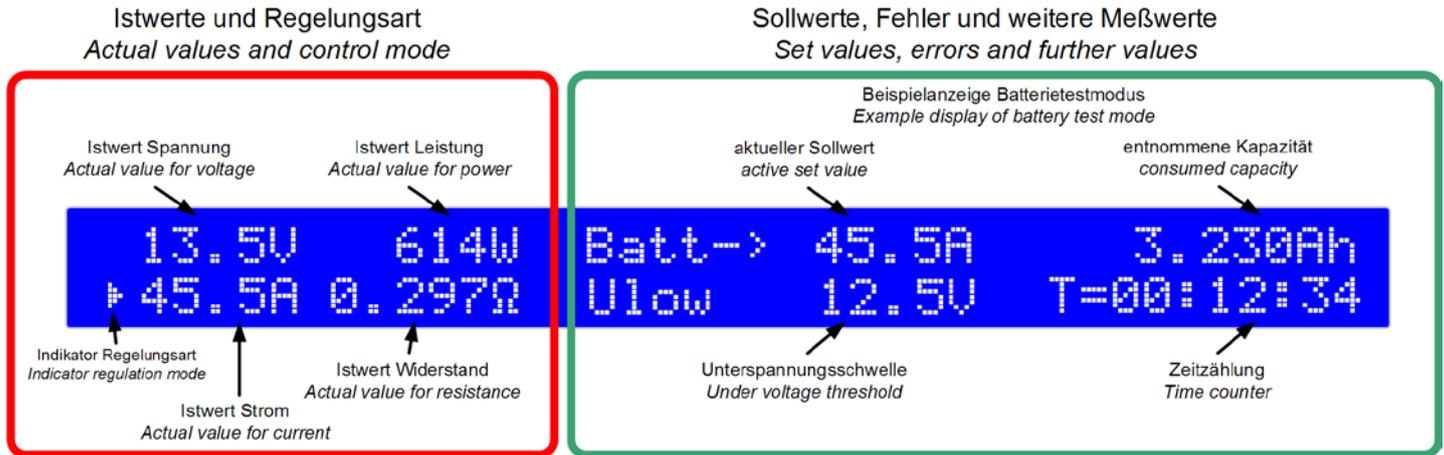


Figure 4

The **indicator** for the regulation mode (a triangle) appears next to the actual value, which is related to currently active regulation mode of the load. This can differ from the chosen regulation mode if a nominal value has been exceeded. The current or power limitation have priority over the voltage or resistance limitation here. That means, that the load will change into constant current limitation as soon as the nominal current value has been exceeded. The triangle indicates this.

In standby (load input off), the status **Standby** is displayed and only the actual value of voltage is shown:



Figure 4

Various texts in the right half of the display indicate different operation modes or errors:



Figure 5

This text appears if the load was set to remote control operation (**Remote mode**) via the optional interface card. This is possible in the modes **Level A, B** and **A/B**.



Figure 6

The text **External mode** indicates, that the control of the load was switched to the analogue interface. The set values can not be adjusted at the device anymore in this mode. For detailed information see section „8. The analogue interface“.

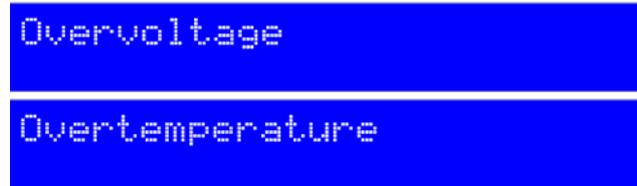


Figure 7.1

The texts **Overvoltage** or **Overtemperature** indicate the status of an error.

An **overtemperature error** occurs if the load gets overheated. The load input is switched off and remains as long the error is persistent. After cooling down it switches automatically on again.

An **overvoltage error** is indicated if the overvoltage limit for the DC input has been exceeded (see „2. Technical specifications“). This error switches the load input permanently off. After removal of the cause it can be put online again.

Alarm management

Error indications now remain in the display until acknowledged by the „Input on/off“ button. The purpose is to inform the user that an alarm is either active or already gone. Example:

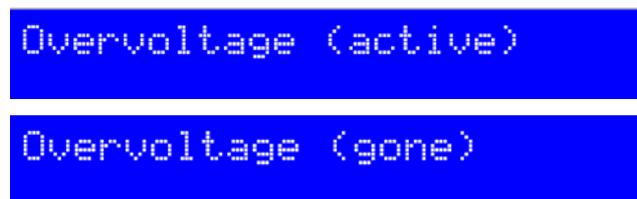


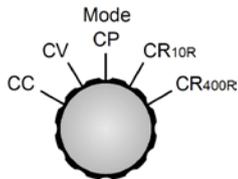
Figure 7.2

Only the least occurred alarm is indicated, but up to three different alarms are stored in an internal error buffer which can be read out via one of the digital interface cards using a specific command. This also resets the display and purges the buffer.

6.2 Operating elements



Mains switch Power (1)
Is used to switch the device on or off.



Selector Mode (2)
Is used to preselect the regulation mode in which the device shall work. The different regulation modes effect each other, if nominal values of the device are reached and then limited.

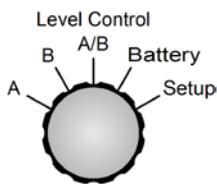
This can, for example, lead to a dominance of the constant power control (CP), even if the constant current control (CC) is set as active mode. The currently active regulation mode is indicated in the display. More about the different regulation modes in section „6.6 Select the regulation mode“.

Following regulation modes are selectable:

- CC** Constant current regulation
- CV** Constant voltage regulation
- CP** Constant power regulation
- CR_{10R}** Constant resistance regulation in range 1*
- CR_{400R}** Constant resistance regulation in range 2*

*the shown range values are only examples

The switchover of the regulation mode switches the load input off and the set value that is related to the currently chosen regulation mode is addressed for adjustment (arrow in front of the value). Other set values can also be accessed and adjusted in the described manner.



Selector Level Control (3)
Is used to select the operation mode between normal operation mode (**A** and **B**), pulsed mode (**A/B**), battery test mode or setup. Both, **A** and **B** use two sets of set values. That means, that you can adjust different set values for U, I, P etc. for **A**

than for **B**. The set values are kept until they are changed. When selecting another regulation mode with **Mode(2)** they will be reset to certain default values, if the setting **Keep set values** is set to **no** (see more in „7. Device configuration“). Activating the selector **Level Control(3)** switches the load input off, except if it's changed from **A->B** resp. **B->A**, because this is used to manually switch between the two levels.

The most recent set values are stored inside the unit when the unit is switched off or at mains undervoltage (power fail), and are restored after switching it on again, if the setting **Keep set values = yes** has been chosen.

Explanation of the selector positions:

- A** Switches to the set values of Level A. These values become instantly active and can be changed now.
- B** Switches to the set values of Level B. These values become instantly active and can be changed now.
- A/B** Switches the load offline and activates the pulsed mode (frequency controlled, automatic changeover between level A and B).
- Battery** Switches the load offline and activates the battery test mode.
- Setup** Switches the load offline and activates the setup menu. Here the device and the interface card (if equipped) are configured.

More about the operation modes in section „6.7 Usage of Level A and B“.

- Input on / off** Pushbutton **Input on/off (4)**
Serves to activate the load operation (online) resp. to deactivate it (offline).
 In battery test mode, the time counting is also halted if the button is pressed and the load is set to „offline“. Or it is continued if it is set to „online“.

The activation of the load operation can be inhibited by certain reasons. For example, if an overvoltage or another error is persistent or the load is remotely controlled by the analogue or digital interface (interface card).

It is also used to acknowledge the alarm indication in the display. By pushing the button, the indicated error is cleared (as long as no alarm is still active) and the button can be used as normal.

In remote operation, i.e. control via a digital interface card, the button can be used to forcibly reset from remote operation by pressing >3s.

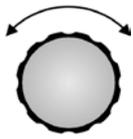
- Selection** Rotary encoder **Selection (5)**
This rotary encoder has no end stop. With every position **Selection(5)** selects another element in the display resp. another parameter in the setup menu. An arrow (->) is placed in front of the selected element/parameter.

The selection order is, when rotating clockwise, top-bottom-right-bottom. That means, if the arrow is pointing to the voltage set value it will be moved to the set value for current and then to the power set value etc., when rotating clockwise.

Counter-clockwise rotation moves the arrow in reversed order.

In level **A/B** mode or in the setup menu are multiple menu „pages“ selectable. This is indicated by two little triangles at the right side of the display, pointing up and down. If all pages and menu elements are through, the navigation rotates to the first resp. to the last page.

Setting

Rotary encoder Setting (6)

This rotary encoder has no end stop. With every position **Setting (6)** changes the set value resp. the parameter (in the setup menu) which was chosen before by **Selection (5)**.

It applies: the faster the encoder is rotated, the faster the set value is increased or decreased (the step width changes). Slow rotation hence changes the set value in small steps, while fast rotation changes it in big steps.

In case the upper or lower limit of the set value is reached while rotating, the set value will remain at its limit until it changed again by rotating the encoder in the opposite direction.

6.3 Switching power on

The device is powered by switching the mains switch. After powering the device up type and firmware version are shown on the display.

After the internal system has booted and performed some tests, default set values are set. The load's DC input will always be offline after the first start.

If the setting **Keep set values** is set to **yes**, then the most recent set values are restored when switching the unit on.

6.4 Switching the DC input on/off

By pressing the pushbutton **Input on/off (4)** the DC input of the load input is switched on and the device starts to work as a load.

Pressing the button again switches the input off.

The input can also be switched off with the pin named „REMSB“ on the analogue interface (pin = low), if it was on before. Switching the input on if it was off before is not possible.

While the load is working, all four actual values of current, voltage, power and resistance are indicated on the left half of display.

When the load input is off, only the actual value of voltage is indicated, because there are no reasonable other actual values available at this moment. In battery test mode, the time counter is also halted resp. continued if the pushbutton is pressed.

The activation of the load operation can be inhibited by certain reasons. For example, if an overvoltage or another error is persistent or the load is remotely controlled by the analogue or digital interface (interface card).

The standby state (input = off) is displayed like this:

```

13.4V      Batt-> 45.5A
Standby    Ulow   12.5V
  
```

Figure 8

6.5 Adjusting the set values

Note: Set values, which must not be changed in the currently selected regulation mode, are not shown and can not be selected/changed.

Set values can be selected and adjusted as long as the display does not show the status texts **External mode** or **Remote mode**.

a) Selecting the set value to adjust

In the operation modes **A**, **B**, **A/B** and **Battery** the set value to change is selected by rotating **Selection (5)**.

In the setup menu (position **Setup**) it is used to select a different setup parameter. Also see „7.1 The setup menu“.

b) Adjusting the set value

The previously with **Selection (5)** selected set value is changed with **Setting (6)**. It applies: the faster the encoder is rotated, the faster the set value is increased or decreased (the step width changes). Slow rotation hence changes the set value in small steps, while fast rotation changes it in big steps.

In case the upper or lower limit of the set value is reached while rotating, the set value will remain at its limit until it changed again by rotating the encoder in the opposite direction.

Important! Note, that in Level A/B mode any set value of Level A must always be greater than or equal to Level B! The result of this is, that Level B can upwards only be adjusted to the value of Level A and Level A can downwards only be adjusted to the value of Level B.

6.6 Preselecting the regulation mode

The selector **Mode (2)** preselects the regulation mode which determines the internal regulation characteristic. Four regulation modes are available: **CC**, **CV**, **CP** and **CR**.

CC means constant current. Here are the set values of current and power adjustable. In this mode the input current is regulated and limited to the adjusted value (current limitation), as far as the feeding source is able to deliver the current. The set value of power is additionally limiting the consumed power and additionally effects the maximum current. The power limitation is dominant over the current limitation

The manual changeover to regulation mode **CC** can reset the set value of power to its nominal value and the set value of current to 0, if the parameter **Keep set values** has been set to **no** in the setup. If set to **yes**, the least adjusted set values are kept. Also see „7.1 The setup menu“.

CV means constant voltage. Here are the set values of voltage, current and power adjustable. In this mode the input voltage is limited to the adjusted set value by loading the feeding source so much that its output voltage collapses. If the feeding source is able to deliver more current than the device is able to withdraw, then the voltage limit can not be achieved.

The manual changeover to regulation mode **CV** can reset the set values of voltage, power and current to their nominal values, if the parameter **Keep set values** has been set to **no** in the setup. If set to **yes**, the least adjusted set values are kept. Also see „7.1 The setup menu“.

Note: the CV regulation can not be used in combination with the battery test mode. Selecting it for battery test will indicate an error message on the display.

Note: the voltage set value, which is assigned to the regulation mode CV, must be set to 0 in any other regulation mode than CV. That's why it is not accessible in the manual operation in the CC, CP or CR modes.

During **remote** control the voltage set value can be sent to the device, but will be ignored and an access error will be reported by the communication.

During **external** control (analogue interface) there is an exception: the voltage set value must be given and can be used as desired, but should be set to 0V if normal CC, CP or CR operation is required.

CP means constant power. Here are the set values of power and current adjustable. In this mode the device withdraws as much current as necessary from the feeding source in order to consume the adjusted power, dependent on the input voltage ($P = U \cdot I$). In case the input voltage is so low that the withdrawn current exceeds the nominal current of the device, the adjusted power can not be achieved. Simultaneously, the current limitation becomes active.

The manual changeover to regulation mode **CP** can reset the set value of current to its nominal value and the set value of power to 0, if the parameter **Keep set values** has been set to **no** in the setup. If set to **yes**, the least adjusted set values are kept. Also see „7.1 The setup menu“.

CR means constant resistance. The device features two resistance ranges. For values refer to the technical specifications section.

The CR regulation mode is only active as long the switch **Mode(2)** is set to one of the two resistance ranges. Both ranges act the same way, they only differ in the higher resolution and accuracy of the lower resistance range. In this mode, the set values of resistance, current and power are adjustable.

This regulation mode loads the feeding voltage or current source so much that the adjusted resistance results from the relation of input voltage to input current ($R = U / I$). In case the input voltage is so high that the input current exceeds the nominal current value, the adjusted resistance can not be achieved. Simultaneously, the current limitation becomes

active. If the product of input voltage and input current, the power, exceeds the nominal power of the device, the power limitation becomes active. Then the adjusted resistance can also not be achieved.

The manual changeover to regulation mode **CR** can reset the set values of resistance, current and power to their nominal values, if the parameter **Keep set values** has been set to **no** in the setup. If set to **yes**, the least adjusted set values are kept. Also see „7.1 The setup menu“.

6.7 Usage of Level A and Level B

Introduction

The names Level A and Level B stand for two different sets of set values which can be switched over. This is either done manually with the selector **Level Control (3)** resp. externally via the analogue interface with the trigger input (only in **A/B** mode). Or automatically (**A/B** mode), in order to generate a voltage leap.

Each of them, **A** and **B**, has five set values dedicated to the four regulation modes. That means, that the set value of current is dedicated to constant current mode etc. and is represented by the values of A or B. In CP mode you can, for example, adjust two set values for power, switch between them and generate power leaps. When using the A/B mode (see 6.7.3), this switchover happens automatically, in combination with the adjustable pulse widths (i.e. pulse times) of A and B. This generates a square wave shaped set value, whose high level is represented by the A value and whose low level by the B value and whose period time (and thus frequency) by the sum of the variable pulse widths of A and B. These also determine the so-called duty cycle. An example: A = 10ms, B = 90ms, this results in a period time of 100ms (= 10Hz) with 10% duty cycle. See also figure 10.

6.7.1 Level A

When selecting **Level A** with the selector **Level Control(3)** the load is switched to manual operation, but this is only possible, if the status in the display does not show **Remote mode** or **External mode**. After switching to **Level A** mode the display shows **Level A**. An arrow (->) is placed next to the set value which is dedicated to the currently chosen regulation mode, in order to be instantly adjustable. The set value(s) can be selected with **Selection(5)** and changed with **Setting(6)**. Which set values are selectable depends on the regulation mode. In constant current mode these are, for example, the current and the power, because the set value for resistance is only available in resistance mode and the voltage value must be set to zero in constant current mode. See figure 9 on the next page.

The set value of this mode is kept unchanged until it is adjusted again, even if the load is switched to **Level B**, **A/B** or **Battery test**. This does not apply if the parameter **Keep set values** has been set to **no** (see „7.1 The setup menu“). Then the set value is reset to certain default value, depending on the currently active regulation mode (also see „6.6 Selecting the regulation mode“).

...continued on next page.

In **Level A** mode, the load can be switched to remote control from a PC and via the interface, in order to control and monitor it like during manual operation.

When changing to remote control the currently selected **Level Control** setting is taken over and can then be changed by a command.

6.7.2 Level B

When selecting **Level B** with the selector **Level Control(3)** the load is switched to manual operation. This mode works the same way as **Level A**, with the difference that the set values of **Level B** are used now and instantly set after switching.

In **Level B** mode, the load can be switched to remote control from a PC and via the interface, in order to control and monitor it like during manual operation.

When changing to remote control the currently selected **Level Control** setting is taken over and can then be changed by a command.

6.7.3 Level A/B (pulsed operation)

This mode combines two set values A and B with two separately adjustable pulse widths (=times) for A and B. This results in a period time and the generated signal produces automatic set value leaps between the two set values of A and B. The rise/fall time of the set value leap also is adjustable. This pulsed operation is only applied to the set value which belongs to the chosen regulation mode, the other set values remain constant. See also figures 11 and 12.

The pulse time of A is dedicated to the set value of A etc. The sum of the pulse times results in a period time t , which represents a certain frequency $f=1/t$. The pulse times are adjustable from 50µs...100s which results in a time of 100µs...200s, which corresponds to a frequency of 10kHz...0.005Hz.

Note: Alarms like OVP or PF (power fail) (see „6.9 Alarm management“) which switch off the input also stop the pulsed operation. It can be resumed as soon as all alarms are gone and have been acknowledged.

External trigger

The external switchover between A and B, realised with the trigger input (analogue interface), is only available in Level A/B mode. The trigger input has to be activated in the setup menu with the option **Trigger mode** (see „7. Device configuration“. The default setting is **internal**. By setting it to **external** the switchover between A and B can only be done via the trigger input.

The adjusted rise/fall time is still effective here, but the pulse widths are now determined by the trigger signal, which is fed into the trigger input. The trigger signal must be square wave, for levels see „8. Analogue interface“.

As long as external trigger is active the pulse times of A and B are not indicated in the display and are also not adjustable anymore. The display also indicates the status with „**Ext. trigger active**“.

The rotary encoder **Selection(5)** is used to select the set values for A and B, as well as both pulse times, and **Setting(6)** is used to change them. The display shows the letters **A** and **B** to indicate the assignment. When navigating between the set values, an arrow (->) is placed in front of the currently selected one. A rise/fall time for the pulsed operation is also adjustable. Both, rise and fall time, are identical and can't be set separately for A and B. It is displayed as slew rate in the format $\Delta\text{value}/\Delta\text{time}$, like for example in figure 10 with 100A/20ms.

The **Level A/B** operation is started as soon as the load input is set to on.

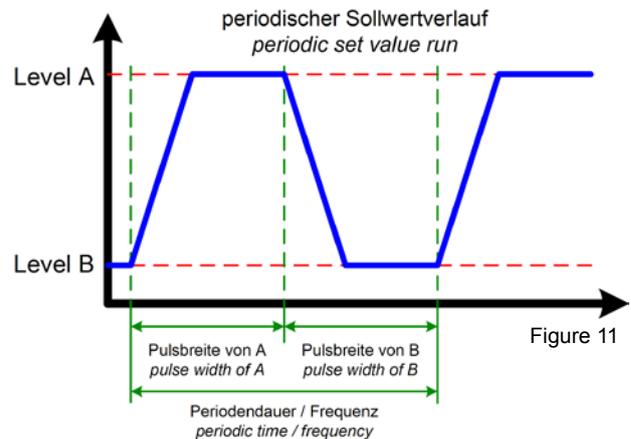


Figure 11



Figure 9. Normal load operation in CP regulation mode



Figure 10. Level A/B operation with pulse width adjustment

Note: during Level A/B operation following applies: the set value of A must always be greater than or equal to B. Thus you can adjust A downwards only to the value of B and B upwards only to the level of A. If it seems that Level A is not adjustable somehow this might be caused by Level B being the same value.

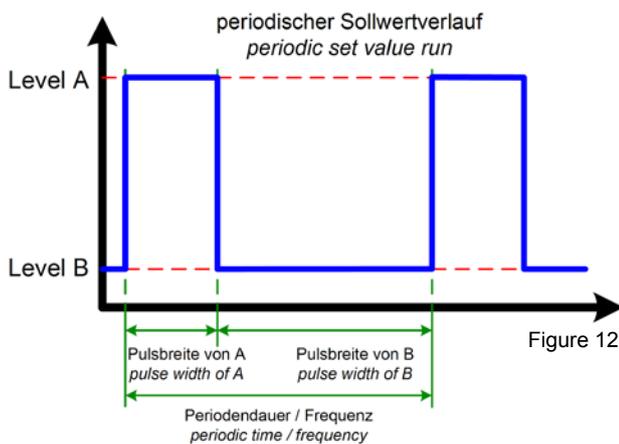


Figure 12 shows a possible progression of a set value (U, I, P or R) with adjustable pulse widths and variable amplitude. The rise/fall time is also adjustable, but is equal for A and B.

If the rise/fall time is set to minimum, the signal of the pulsed operation is a nearly ideal square wave. Figure 12 is only a clarifying view. The real progression of, for example, an input current which is pulsed with a frequency of 1kHz, will differ more or less. It depends on many circumstances, like the regulation time of the feeding power supply, the regulation time of the load, line impedances etc.

In „pulsed“ operation the actual values are also pulsing and the values constantly change in the display, so they are not clearly readable. Thus the actual values are now only indicated at pulse times ≥ 1 s (A and B each) and can be read quite clearly by looking at them. Internally the actual values are measured much more often (every few milliseconds). They can always be read via an interface card, but they are still constantly changing and are not strictly assigned to level A or B and could thus also be measured during rise or fall.

6.7.4 Rise/fall time

The rise and fall times are equal and are thus considered as one value. Also see figure 10. It is continuously adjustable in a range of 30 μ s...200ms. The step width is changing from μ s to ms over the whole range. The error lies at max. $\pm 10\%$.

The time is displayed as slew rate in the format Δ value/ Δ time. Example: the set value of A has been set to 40A and the one of B to 20A, then a current leap of 20A is generated in a time x, for instance 100ms. The display then shows 20A/100ms. The delta value is not adjustable at this point.

Note: the pulse widths of A and B should always be greater than the rise/fall time, else the pulsed signal would result in triangle-shaped wave form or something else. For example, a pulse width of 100ms for A and B and a rise/fall time of 100ms creates a triangle-shaped signal with a period time of 200ms. This might be wanted in certain applications and is thus not limited or influenced by the device.

6.8 The battery test mode

Introduction

The battery test mode enables the user to connect a battery to the load and discharge it definedly. The average current is measured and the elapsed time is counted and then display as the consumed battery capacity in Ah. The voltage supervision, together with the adjustable undervoltage shutdown threshold **Ulow**, prevents the battery from being deeply discharged. This threshold needs to be adjusted at least once. If it is exceeded during the test, the load input is automatically switched off and the time counter is halted. No more current is drawn from the battery. If the threshold is set to greater than the battery voltage, the test can't be started.

Chose regulation mode

The battery test is not suited for constant voltage regulation mode (CV) and the display will show the text **Battery test unsupported in CV mode**. This merely points the user to chose a different regulation mode.

The regulation mode can also be changed after switching to **Battery** with the selector switch **Level Control(3)** or even during it is running. Doing so will reset the whole test (time counter and Ah value).

Usage

Before and during the test you can adjust the set value of the (pre)selected regulation mode (CC, CR or CP) and the undervoltage shutdown threshold **Ulow**. The value to set is selected with **Selection(5)** and adjusted with **Setting(6)**. The displays shows the elapsed test time in the format Hours:Minutes:Seconds (HH:MM:SS), as well as the consumed capacity in Ah.

Calculation of the Ah value

The ampere hours value (withdrawn electric charge) is calculated from the average of the last two measurements of the input current and the elapsed time.

Start/pause/stop the test

The test ist started by pressing the pushbutton **Input on/off(4)** and either stops after 100 hours are counted or the battery voltage exceeds the undervoltage threshold. Another press of the button **Input on/off(4)** during the test halts it, another press will continue the test. A reset of the time counter is done by leaving the battery test mode by switching the selector **Level Control(3)** to position **Level A/B** or **Setup** or, by switching to a different regulation mode with **Mode(2)**.

Note: if external control by analogue interface is activated (pin REMOTE = low) while the battery test is running, the test is aborted. After external control has left again and if the switch „**Level Control**“ is still in position „**Battery**“, the test can be started again. Time and Ah value are reset.

Note: if the regulation mode is changed by **Mode(2)**, all other set values that are not adjustable for the selected regulation mode are set to default values in order to let the test mode work correctly. Hence the setting **Keep set values** is ineffective here.

The example in figure 13 shows that the current of 100A can not be reached because the power limitation has become active (2400W model).

6.9 Alarm management

The alarm management consists of two parts: once, the most recent alarm will be indicated and remaining on the display (see figure 7.2) until it is acknowledged by the user and twice, up to three different alarms are stored in an internal error buffer. Since the first occurred alarm is considered as important, it is pushed to the end of the error buffer if more alarms occur, but not overwritten.

If the buffer is full, the last entry is overwritten by any recent alarm as long as the buffer is not read out by a command using a digital interface card. Reading the buffer will empty it and also automatically acknowledge alarms indicated on the display.

The error buffer stores an error code and a status code for every of the three possible entries, telling the user if the alarm is still active or already gone. More information is contained in the user instruction manual of the interface cards.

The display also indicates the status of the indicated alarm. The reason is to tell the user that one or multiple alarms have occurred during his absence, especially if the alarm only lasted for a very short period of time, like overvoltage cause by spikes. The user has to either acknowledge that he has noticed the alarm indication by pressing the **Input on/off(4)** button or by reading the error buffer via communication.

Note: Alarms that occur during remote or external control are not indicated on the display, because of the control mode status indication. Thus they only need to be acknowledge when leaving those modes or not at all if the error has been read before by command.

6.10 Control locations and priorities

Control locations are the locations from where the device is controlled. This can be at the device (manual control), via the analogue interface (external control) or via a digital interface card (remote control). In order to prevent the user from accessing the device from two locations at once there are priorities. Following applies:

The analogue interface has the highest priority, the digital interface the second highest one and the manual control the lowest one. It means, that if the device was set to remote control, modes and set values can't be set with the switches and rotary encoders anymore. If the device would be switched to external control while remote control is active, the remote control status would be reset and the device would only be controllable via the analogue inputs. In order to report this to a software running on a PC, still trying to access and control the device, the control location is internally set to „local“. In „local“ status the device can only be read (i.e. monitored) by the PC.

6.11 Series and parallel connection

Series or parallel connection of multiple loads is basically possible, but it is not explicitly supported. That means, there is no automatic distribution of the current at parallel connection respectively of the voltage at series connection. The user has to take care of the correct control of the devices.

When using parallel operation the symmetric distribution is achieved by adjusting the same set values for U,I,P and R at any device via the control panel or the interface card.

Attention! At series connection the total voltage must not exceed 420V and the voltage per device not its nominal value (see „2. Technical specifications“). Thus no series connection of 400V models is allowed because of security and isolation reasons.

27.0V 2400W Batt-> 100.0A 15.30Ah
88.9A 0.304Ω Ulow 12.5V T=00:12:34

Figure 14. Battery test operation in current control (CC) mode

6.12 Functions of the terminal System Bus

6.12.1 Two-quadrants operation

The Share Bus pin (only usable in combination with the power supplies PS9000 and PSI9000) can be used to set up a system for two-quadrants operation. In order to use this operation the **System Bus** pins have to be wired as follows:

Connect Pin 5 (Share Bus EL9000) with Pin 5 (Share Bus PS9000/PSI9000) and Pin 6 (AGND EL9000) with Pin 6 (AGND PS9000).

In this Share Bus operation the electronic load operates as the leading component and the PS9000/PSI9000 as the depending one. The Share Bus signal voltage is linearly controlled by the electronic load in a range of -10V to +10V. While the signal voltage is positive, the electronic load draws current from the EUT (the EUT supplies energy) and if it's negative the power supply supplies current to the EUT (the EUT consumes energy).

Typical applications for the two-quadrants operation are:

- Battery tests with automatic charge and discharge cycles
- Automotive electronic tests with simulation of transients like for example voltage break-ins during engine starts
- Cyclic charging and discharging of capacitors

6.12.2 Selecting the regulation speed

The regulation speed (or time) of the load has deliberately been set to slow and lies at typical 50ms (only for CV and CP mode). By this setting it is accomplished that critical feeding sources like power supplies with unknown regulation characteristics can be loaded steadily and run free from unwanted oscillation. The dynamics is then situated at the given minimal regulation time. See „2. Technical specifications“, section „Dynamics“.

If a better regulation dynamics is required, it can be activated by switching the load to **fast regulation**. This is done at the terminal **System Bus**, Pin 7 (FastReg) and 6 (AGnd). If these pins are shorted, the fast regulation becomes active. By default, the slow regulation is active. *Changing this configuration must only happen while the load is completely switched off from the mains!*

6.12.3 Crossflow adjustment (two-quadrant operation)

Operating the load in combination with a power supply of the series PS9000/PSI9000 necessarily requires the use of the Share Bus, which is used by the load to control the power supply. The pins 2 (I-Cross) and 3 (I-Cross-Rtn) of the terminal **System Bus** are used to connect a resistor (0,25W) which injects a crossflow current between the power supply and the load. This current effects that load and power supply are permanently active and thus can react faster to set value changes. Following applies:

$R = 0$ --> Crossflow current approx. 10% of nom. current of the device

$R = \text{infinite}$ --> Crossflow current = 0 (default)

The crossflow current can be continuously adjusted with the resistor from 0 to 10% of the nominal current of the load.

In practice, this is only used in a little number of special applications where extremely fast load changes are required between the two quadrants. Common applications like, for example, automotive start-up transients after DIN40839 do not require this feature.

6.12.4 Remote sense

The remote sense feature is described in section „5. Installation“.

6.12.5 Pin assignment of terminal System Bus

Pin 1 = Sense (+)

Pin 2 = I-Cross

Pin 3 = I-Cross-Rtn

Pin 4 = Sense (-)

Pin 5 = Share Bus

Pin 6 = AGnd

Pin 7 = FastReg

7. Device configuration

7.1 The setup menu

The setup menu can be activated anytime by the selector **Level(3)**, except during remote control mode (by interface card) or external mode (analogue interface). While the load is in setup, no normal load operation is possible.

The display shows a certain number of parameters, depending on which interface card is installed. The parameters are selected by **Selection(5)** and changed with **Setting(6)**. Two small triangles on the right side of the display indicate that multiple parameters are available. The display furthermore shows the type string of the installed card in the first line, for example **IF-U1**, if one is equipped:



```
Card found: IF-U1
Device node: -> 1
```

Figure 15

The second line subsequently shows all parameters which are selected by **Selection(5)**. The number of parameters varies according to the equipped interface card. The following overview lists the possible parameter and its settings:

Trigger mode

Possible settings: **internal, external**

Default setting: **internal**

Belongs to: Device

Explanation: defines, if the trigger signal for the Level A/B operation, which effects the change between A and B, is automatically generated by the device (**internal**) or if it's put in by the trigger input (**external**).

Device node

Possible settings: **1...30**

Default setting: **1**

Belongs to: Device

Explanation: defines the device node (or address) of the device in order to be distinct between multiple devices in a network and to address it correctly. 30 addresses are available which means that up to 30 devices can be controlled from one PC. Every address must only be given once in a system of connected devices.

Keep set values

Possible settings: **yes, no**

Default setting: **no**

Belongs to: Device

Explanation: **yes** defines, that the set values which are adjusted by the user are kept when switching the regulation mode (also see „6.6 Selecting the regulation mode“), while **no** defines that the set values are always reset to default values when switching.

CAN Baud rate

Possible settings: **10kBd, 20kBd, 50kBd, 100kBd, 125kBd, 250kBd, 500kBd, 1MBd**

Default setting: **100kBd**

Belongs to: CAN interface card IF-C1

Explanation: determines the baudrate (transmission speed) of the CAN bus. If you connect the CAN card to an existing network, you got to set the same baudrate here as the bus is using, because any device in a bus has to use the same bus speed.

CAN Relocatable ID

Possible settings: **0...31**

Default setting: **0**

Belongs to: CAN interface card IF-C1

Explanation: this determines the (relocatable) address segment, in which the device node of the CAN is located. For further information refer to basic CAN topology datasheets. Example: if the electronic load has to be assigned to address 5 by certain reasons and this would collide with another bus member with the same address, you can move the address to another segment by defining the RID (short for relocatable ID), so that no collision can occur. Hence there are, theoretically, 32 x 30 possible device nodes available when using CAN.

CAN Bus terminate

Possible settings: **yes, no**

Default setting: **no**

Belongs to: CAN interface card IF-C1

Explanation: defines, if the bus termination resistor on the CAN interface card is active or not. This is only required if the CAN card is in that particular device which is located at the end of a CAN bus. By setting this parameter to **yes** the resistor is activated, **no** deactivates it. In case you don't want to use this feature and instead want to install a custom resistor for bus termination, make sure that this setting is set to **no**.

RS232 Baud rate

Possible settings: **9600 Bd, 19200 Bd, 38400 Bd, 57600 Bd**

Default setting: **57600 Bd**

Belongs to: RS232 interface card IF-R1

Explanation: determines the baudrate (transmission speed) of the serial data transmission when using the serial RS232 interface card IF-R1. Make sure, that the other end of the serial connection operates at the same baudrate.

8. The analogue interface

Introduction

The analogue interface is a 15pole Sub-D socket and is located at the rear side. It is designed to remotely control the most important functions of the electronic load by external hardware (eg. SPS, switches, relays) with it.

The load requires to be switched to external control in order to use the analogue interface. This is done by connecting Pin 7 (Remote) with ground (Pin 6) by a jumper or switch. The status is then displayed like this:



Figure 15

Switching to external control can be done in any situation (except setup menu active). Eventually active remote control or a running battery test are aborted and the control location is set to „local“.

Priorities

The analogue interface has priority over any other operation mode. Hereby the set value inputs are activated and the set values for the load can only be adjusted from external by means of an external voltage source (PLC, 0...10V application) or potentiometers. See table „8.4 Pin assignment of analogue interface“ for an overview of the inputs. Additionally, the control via the interface card is blocked in this mode, but actual values can be read with it (i.e. monitoring).

8.1 Correct use of the analogue interface

For details also see „8.3 Pin assignment of analogue interface“.

The control of the electronic load via the analogue interface requires to feed in at least the three set values for voltage, current and power. Using internal resistance regulation additionally requires a resistance set value RSEL, as well as the selection of the resistance (R-RANGE) range to use. Allowed level of all set value inputs is: 0...10V.

Caution! Use it at your own risk. The inputs are not protected against overvoltages. Higher voltage as specified in 8.4 on any input of the analogue interface may damage the device!

Please read and follow these instructions carefully:

- before connecting the hardware (with a Sub-D plug) which is used to control the analogue interface, wire all necessary connections and check the hardware for not supplying >10V respectively not more than the specified value.
- the constant resistance regulation requires all four set values (U, I, P, R) to be fed in, if it's not used three set values (U, I und P) are sufficient.
- if the constant resistance regulation is not used, it needs to be deactivated by putting a jumper from Pin 12 (R-active) to Pin 5 (AGND):

Pin 12 = 0V = Resistance regulation inactive

Pin 12 = open = Resistance regulation active

- if resistance regulation is used, you can select the resistance range before or while using the analogue interface. Pin 13 (R-Range) is used to switch between the two ranges:

Pin 13 = 0V = Resistance range 2 is used

Pin 13 = 5V = Resistance range 1 is used (default)

- the input Rem-SB (Remote Standby, Pin 8) overlays the pushbutton **Input on/off(4)**. That means, that you can switch the load input off or on with this pin at any time (even if the load was not set to external control via the analogue interface) and as long as this pin is tied to 0V (ground) the load input will be permanently off and can not be set to on with the pushbutton **Input on/off(4)** or via remote control by an interface card.
- the output VREF can be used to generate set values for the set value inputs VSEL, CSEL, PSEL and RSEL. For example: in case that only CC regulation is required, the set value input VSEL has to be tied to 0V, PSEL to VREF and CSEL can either be fed from an external 0...10V source or via a potentiometer (GND and VREF, slider to CSEL). See also the table below.
- adjustable rise/fall times and pulse widths like in the **Level A/B** mode are not effective here. If a certain form of amplitude-time-progression is favoured, it has to be generated by an external function generator and fed in.
- the trigger input (Trigger In) has no function when controlling the load via analogue interface (**External mode**). That means that set value leaps have to be generated with the signal that is fed in to the set value inputs.

8.2 Example configurations

Here you can find a table with example configurations for various single or combined regulation modes. It always applies, that Pin 7 (Remote) always has to be pulled to 0V (DGnd) and Pin 12 (R-Active) only, if resistance regulation is not used.

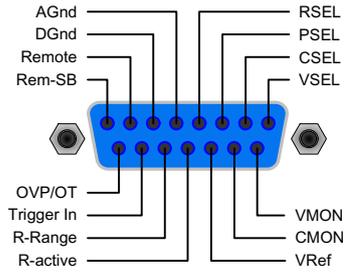
Explanation: it is not necessarily required to give a fixed 10V to any non-variable input. It can of course also be a lower voltage in order to limit, for example, the power. The table is only a recommendation. Best to tie the non-variable inputs to VREF respectively to GND, if required.

	VSEL	CSEL	PSEL	RSEL
only voltage regulation (CV)	var.	10V	10V	-
only current regulation (CC)	0V	var.	10V	-
only power regulation (CP)	0V	10V	var.	-
only resistance regulation (CR)	0V	10V	10V	var.
current and power (CC+CP)	0V	var.	var.	-
current and resistance (CC+CR)	0V	var.	10V	var.

The abbreviation „var.“ stands for a variable set value of 0...10V, which can be, of course, pulsed in order to emulate the **Level A/B** operation.

8.3 Sample applications

Overview of the pins



Master-Slave operation, simulated

A true Master-Slave is not possible because the analogue interface does not provide set value outputs. But the monitor outputs CMON or, in some cases, even VMON of the master can be used to control at least one of the four set value inputs of one or multiple slave loads.

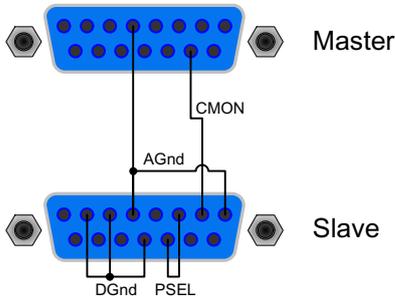


Figure 17

Since there is no power monitor output, the PSEL input(s) can't be controlled by the master. But it could be directly tied to VREF output or via a potentiometer, in order to adjust the power between 0% and 100%. The inputs **Remote** and **R-active** have to be tied to GND at the slave(s) in order to activate the external control.

Input off

Figure 18 shows the wiring of the analogue interface for remotely switching the input off. This feature can be used anytime and does not require the activation of external control by pin **Remote**. It can be combined with other applications and can be realised by various contacts, like transistors, relays, switches etc.

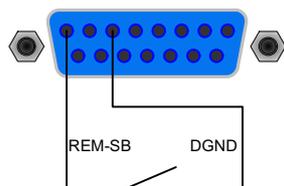


Figure 18

Switching to external control

Switching to external control is only required if the device is going to be controlled by external analogue signals. If using the simulated master-slave operation, only the slave(s) have to be switched to external control. The switch-over is realised with either a relay or a switch etc.

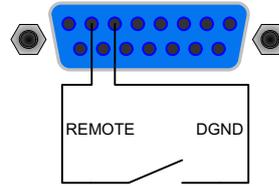


Figure 19

External control with current and power

The example in figure 20 shows potentiometers, one each for the set value of power and current, which are referenced to VREF (10V) and AGND. With this you can arbitrarily adjust current and power between 0% and 100%.

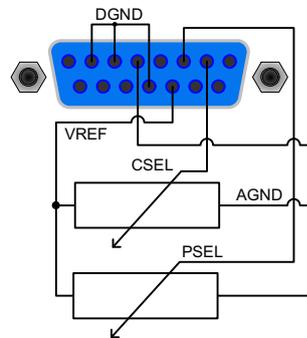


Figure 20

External control with current only

Like in the example above, but only current adjustable. The power is set to maximum.

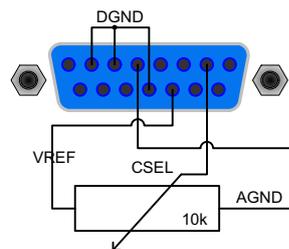


Figure 21

8.4 Pin assignment of the analogue interface

Pin	Name	Type ²	Description	Level	Electrical specifications
1	VSEL	AI	Set value for voltage	0...10V, corresponds to 0..100% of U_{nenn}	Accuracy typ. 0,1% Input impedance $R_i > 40k...100k$
2	CSEL	AI	Set value for current	0...10V, corresponds to 0..100% of I_{nom}	
3	PSEL	AI	Set value for power	0...10V, corresponds to 0..100% of P_{nom}	
4	RSEL	AI	Set value for resistance	0...10V, corresponds to 0..100% of R_{nom}	
5	AGND	POT	Reference potential for analogue signals		For VSEL, CSEL, PSEL, RSEL, VMON, CMON, PMON, VREF
6	DGND	POT	Reference potential for digital signals		For control and error signals
7	Remote	DI	Selection internal / external	External = LOW ($U_{low} < 1V$) Internal = HIGH ($U_{high} > 4V$) or open	U range = 0 ...30V $I_{max} = -1mA$ at 5V U_{LOW} to High typ. = 3V Sender: open collector against DGND
8	Rem-SB	DI	Load input on/off	OFF = LOW ($U_{low} < 1V$) ON = HIGH ($U_{high} > 4V$) or open	U range = 0 ...30V $I_{max} = -1mA$ at 5V U_{LOW} to High typ. = 3V Sender: open collector against DGND
9	VMON	AO	Actual value of voltage	0...10V correspond to 0..100% of U_{nom}	Accuracy typ. 0,1% at $I_{max} = +2mA$
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10V correspond to 0..100% of I_{nom}	Short-circuit-proof against AGND
11	VREF	AO	Reference voltage	10,00V	Accuracy typ. 0,1% at $I_{max} = +5mA$ Short-circuit-proof against AGND
12	R-active	DI	Selection R=on / R=off	R regulation = on = LOW ($U_{low} < 1V$) R regulation = off = HIGH ($U_{high} > 4V$) or open	U range = 0 ...30V $I_{max} = -1mA$ at 5V U_{LOW} to High typ. = 3V Sender: open collector against DGND
13	R-Range	DI	Select resistance range ⁴	R_{max} = resistance range 1 = LOW ($U_{low} < 1V$) R_{max} = resistance range 2 = HIGH ($U_{high} > 4V$) or open	U range = 0 ...30V $I_{max} = -1mA$ at 5V U_{LOW} to High typ. = 3V Sender: open collector against DGND
14	Trigger In	DI	Trigger input	triggers A->B = LOW ($U_{low} < 1V$) triggers B->A = HIGH ($U_{high} > 4V$) or open	U range = 0 ...30V $I_{max} = -1mA$ at 5V U_{LOW} to High typ. = 3V Sender: open collector against DGND
15	OT / OVP	DO	Overtemperature/Overvoltage	OT or OVP = HIGH ($U_{high} > 4V$) no OT or OVP = LOW ($U_{low} < 1V$)	Quasi open collector with pull-up against +15V At 15V at this output there will be max. +1,5mA Short-circuit-proof against DGND Receiver: $U_{low} < 1V$, $U_{high} > 4V$

²:

- AI = Analogue input
- DI = Digital input
- DO = Digital output
- AO = Analogue output

Note: positive currents flow out of the analogue interface and negative currents flow into.

¹ requires a resistance set value at RSEL

³ only for Level A/B operation, requires to be enabled in the setup menu

⁴ see technical specs

9. Interface cards

General

The electronic load supports various interface cards. All are galvanically isolated up to 2000V.

The digital interface cards IF-R1(RS232), IF-C1(CAN) and IF-U1(USB) support a uniform communication protocol. The IEEE/GPIB card IF-G1 uses a text based protocol according to the SCPI standard. All cards can be used to monitor and control 1 to 30 units by a PC, whereas the total number of devices using IEEE is limited to 16 by the bus standard.

Setup for the different cards

The cards require different setup parameters that need to be configured at least once. They are described in section „7. Device configuration“.

Further information and technical specifications of the interface cards can be found in their user instruction guide.

Specialties

The control of the electronic load via one of the interface cards and the supplied LabView VIs follow the operating conditions and nominal values of the device. Set values are checked for plausibility and are corrected if necessary, or forced to nominal values.

LabView

We provide ready-to-use LabView VIs for the interface cards. These do not support all of the features of the electronic load, but are constantly under development and enhancement.

Programming in other environments

The implementation of the digital communication interfaces in other IDEs than LabView is generally possible. The communication protocol follows no certain standard and represents only the lowest level of the communication. At this level it provides lower safety against wrong setup and wrong set values, which may lead to a misbehaviour of the addressed unit. A strict adherence of the guidelines is mandatory.

Details about the communication protocol can be found in the user instruction guide of the interface cards.

Application examples

The following figures show only some of many possible applications when controlling one or multiple electronic loads by a PC. The same applies for mixed configurations with power supplies.

The configuration shown in figure 17 can also be used for RS232 with the interface card IF-R1, but with limitations. The LabView VIs currently only support one unit via RS232.

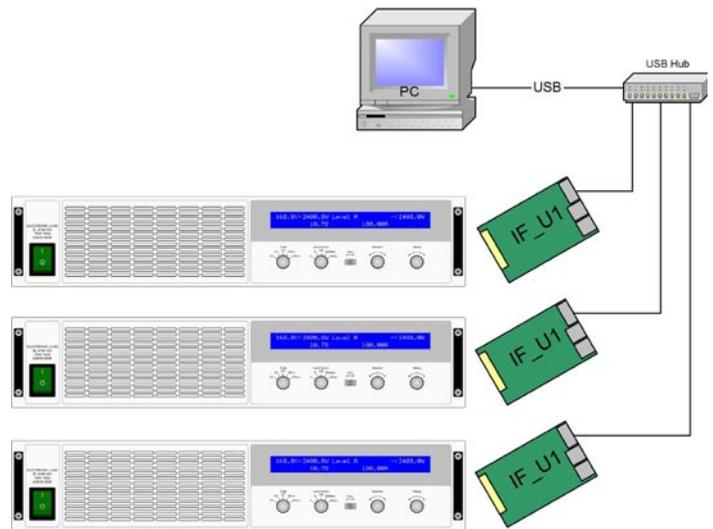


Figure 16

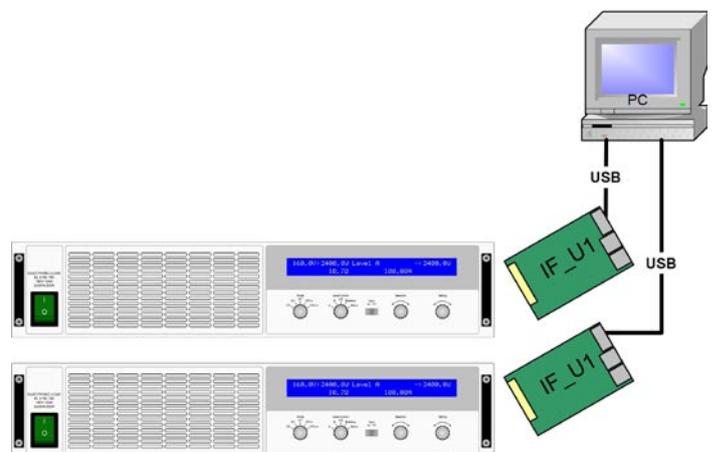


Figure 17

Memos



Elektro-Automatik

EA-Elektro-Automatik GmbH & Co. KG
Entwicklung - Produktion - Vertrieb

Helmholtzstraße 31-33
41747 Viersen

Telefon: 02162 / 37 85-0
Telefax: 02162 / 16 230
ea1974@elektroautomatik.de
www.elektroautomatik.de